

**Universidad Publica de Navarra  
ESCUELA TECNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***Nafarroako Unibertsitate Publikoa  
NEKAZARITZAKO INGENIARIEN  
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

***ESTUDIO DEL JAMÓN PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE  
AYABACA  
(PIURA – PERÚ)***

***JORGE TORRES COLÁS***

***JUNIO DE 2014***

# ÍNDICE

1	Antecedentes.....	7
1.1	Contextualización del proyecto.....	7
1.2	Provincia de Ayabaca.....	7
1.2.1	Generalidades.....	7
1.2.2	Característica socio-económicas de la población.....	10
1.2.3	Actividad pecuaria.....	11
1.2.3.1	Razas criadas en Ayabaca.....	12
1.2.3.2	Cisticercosis.....	13
1.2.4	Producción de jamón.....	14
1.3	Consumo y conservación de la carne en la historia.....	15
1.4	Características de la calidad de la carne de cerdo.....	17
1.4.1	Propiedades físico-químicas y organolépticas.....	17
1.4.2	Calidad nutricional.....	19
1.4.3	Calidad e higiene.....	20
1.5	Métodos de conservación.....	23
1.5.1	Salado .....	23
1.5.2	Ahumado.....	24
1.5.2.1	Composición y pirólisis de la madera.....	25
1.5.2.2	Composición del humo.....	25
1.5.2.3	Efecto del ahumado sobre los productos cárnicos.....	27
1.5.3	Desecado.....	28
1.6	Consumo y producción de cerdo.....	29
2	Objetivos.....	32
2.1	Objetivos generales.....	32

2.2	Objetivos específicos.....	32
3	Material y métodos.....	33
3.1	Encuestas para caracterizar la elaboración y producción del jamón..	33
3.2	Caracterización del jamón producido en Ayabaca.....	36
3.2.1	Obtención de muestras.....	36
3.2.2	Análisis proximal.....	36
3.2.2.1	Determinación de la materia seca.....	38
3.2.2.2	Determinación de lípidos.....	43
3.2.2.3	Determinación de proteínas.....	47
3.2.2.4	Determinación de cenizas.....	59
3.2.2.5	Extracto libre de nitrógeno.....	50
3.2.3	Análisis microbiológico.....	50
3.2.3.1	Coliformes.....	51
3.2.3.2	Salmonella-Shigella.....	53
3.2.3.3	St. Aureus.....	57
3.2.3.4	Medios de cultivo y técnica.....	59
3.2.4	Actividad de agua.....	59
4	Resultados y discusión.....	61
4.1	Caracterización de la producción y elaboración.....	61.
4.1.1	Materia prima.....	61
4.1.2	Métodos de elaboración.....	61
4.1.3	Consumo.....	64
4.1.4	Productoras de jamón.....	65
4.1.5	Zonas de influencia y comercialización.....	65
4.1.6	Costos de producción y precio del producto.....	67

4.2	Caracterización del jamón de Ayabaca.....	68
4.2.1	Calidad nutricional.....	68
4.2.2	Calidad microbiológica.....	69
4.3	Fortalezas y debilidades.....	70
5	Conclusión.....	71
6	Bibliografía.....	72
7	Anejos.....	73



## Índice de figuras

1. Localización Ayabaca.....	8
2. Clima de Ayabaca.....	9
3. Cochinera ayabaquina.....	12
4. Extracción con Soxhlet.....	16.
5. Método Kjeldhal.....	49
6. Ahumado de los jamones.....	63
7. Diagrama de flujo.....	69

## Índice de tablas

1. Población distritos de Ayabaca.....	10
2. Producción de cerdo.....	30
3. NMP Coliformes.....	52
4. Análisis bromatológico.....	68
5. Análisis microbiológico.....	69

# Resumen

El presente proyecto es un estudio del jamón producido en Ayabaca, ubicada en la sierra Andina, en el departamento de Piura, en Perú. Se trata de una zona deprimida económicamente, y los cerdos de los que proviene el jamón para su producción están criados de manera tradicional. El procesado del jamón es así mismo tradicional, y consta de salado únicamente con sal de mesa y un posterior ahumado.

Se analiza en este texto su calidad microbiológica así como su composición nutricional, mediante análisis microbiológico y proximal del mismo, así como un análisis de la actividad de agua. Se utilizaron encuestas a las productoras de jamón con la intención de describir y caracterizar el sistema de procesado del jamón, así como la comercialización del mismo. Además, este producto es testigo de una forma de conservación de la carne poco habitual, pues no se trata de un jamón curado al uso, al no tener nitratos ni nitritos la salazón, si no mas bien un proceso de salado y secado que se vale del descenso de la actividad de agua del jamón para su conservación.

Los datos obtenidos muestran una calidad microbiológica aceptable de los jamones analizados, cumpliendo la normativa estatal vigente en los análisis realizados. La actividad de agua de los jamones analizados es de alrededor de 0,7, lo que inhibe el crecimiento de la mayoría de los patógenos.

El análisis proximal muestra un producto con un 24% de proteínas, un 15% de grasas y un alto contenido en cenizas del orden del 8%, que se presume sea tan alto debido a la sal presente en el jamón. El producto posee un 51% de humedad.

Respecto a las productoras se encuentra que consiguen un beneficio de alrededor de 1,67 soles por kg de jamón vendido, por lo que siendo una actividad secundaria se trata de un ingreso aceptable.

# 1 ANTECEDENTES

## 1.1 Contextualización del proyecto.

Este proyecto está encuadrado en el marco del Programa de Formación Solidaria de la Universidad Pública de Navarra, que se encarga de gestionar el desplazamiento de estudiantes a otros países para que realicen su proyecto en cooperación con las universidades de destino (en este caso la Universidad Nacional de Piura -UNP-, Perú) y con Organizaciones No Gubernamentales de Desarrollo. Esta dentro del proyecto con título “Acción preparatoria por la investigación en producción de cerdo y elaboración de jamón casero en Ayabaca-Piura (Perú)”, con referencia AP/037724/11, del que el presente trabajo se ocupa de la segunda parte.

El germen del proyecto fue ideado por la Faculta de Zootécnia de la UNP, que buscaba el desarrollo y apoyo a la sociedad de rural de Ayabaca.

## 1.2 Provincia de Ayabaca.

### 1.2.1 Generalidades

Ayabaca se trata de una provincia de 5230 m2, perteneciente al departamento de Piura, asentada en los Andes, a una altura de 2,700 m.s.n.m..

En la siguiente pagina se puede ver un mapa de la región. Así como las conexiones por carretera al resto del departamento.

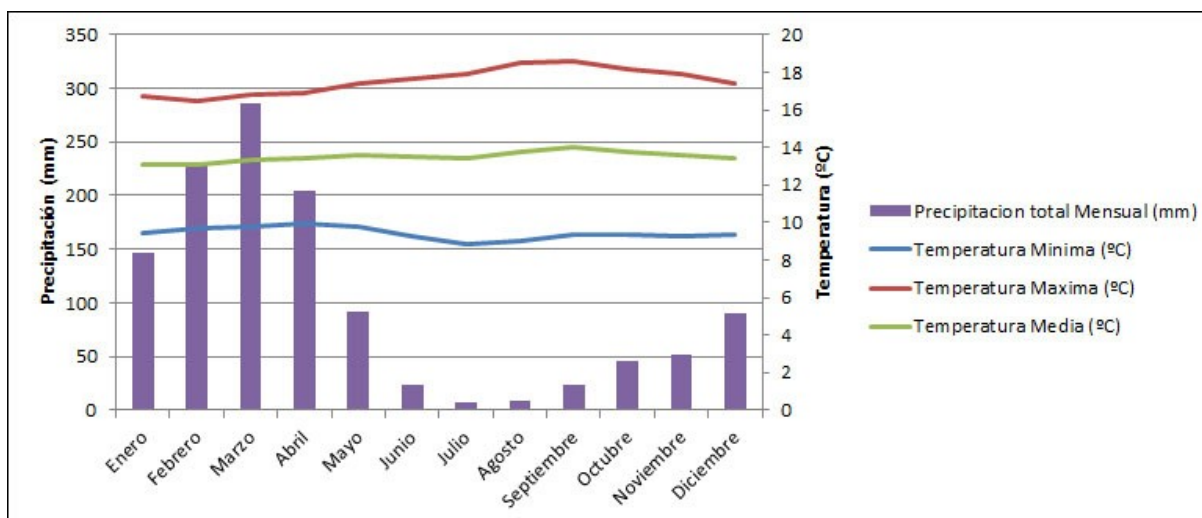


Figura 1: Clima Ayabaca (ANA 2011)

La temperatura media es de 12-14°C , sin grandes cambios durante todo el año en cuanto a esta variable. Cuenta con una época de lluvias de enero a abril, como podemos observar en la figura 2.

Diversas empresas de transporte cubren la ruta Piura – Sullana - Ayabaca en un viaje de 5 a 6 horas aproximadamente. Las carreteras se encuentran en mal estado, por lo que el acceso a la región es difícil. La época de lluvias empeora mas el acceso, pues las carreteras -de gravilla- sufren desperfectos.

Respecto a la naturaleza, Ayabaca es considerada como una de las regiones de conservación natural más importantes del Norte del Perú.



Figura 2: Mapa de Piura

### 1.2.2 Características socio-económicas de la población

La provincia está dividida en diez distritos, contando con alrededor de 140000 habitantes. En la siguiente tabla se muestra la población de sus distintos distritos.

<b>Distrito</b>	<b>Capital</b>	<b>Población (INEI 2007)</b>
<a href="#"><u>Ayabaca</u></a>	Ayabaca	38730
<a href="#"><u>Frías</u></a>	Frías	23005
<a href="#"><u>Jilili</u></a>	Jilili	2956
<a href="#"><u>Lagunas</u></a>	Lagunas	6625
<a href="#"><u>Montero</u></a>	Montero	8056
<a href="#"><u>Pacaipampa</u></a>	Pacaipampa	24760
<a href="#"><u>Paimas</u></a>	Paimas	9638
<a href="#"><u>Sapillica</u></a>	Sapillica	11127
<a href="#"><u>Sicchez</u></a>	Sicchez	2274
<a href="#"><u>Suyo</u></a>	Suyo	11951

Tabla 1. Población distritos de Ayabaca

La provincia de Ayabaca presenta mayores niveles de ruralidad y pobreza junto con Morropón y Huancabamba, ambas provincias asentadas también en la sierra de Piura. La provincia de Ayabaca cuenta con un porcentaje de gente en situación de pobreza del 73% de la población, mientras que en el departamento de Piura al completo es del 39,6%. (INEI, 2013). El 90% de la población de la provincia vive en zonas rurales.

De hecho, la mayor parte de la población es oriunda de Ayabaca, pero le gustaría emigrar, siendo el destino principal la capital del departamento, Piura. (Huston & Michilot, 2003)

La provincia, basa su economía en pequeñas explotaciones agropecuarias, a



menudo con poco excedente y orientadas a la agricultura de subsistencia.

La ciudad de Ayabaca basa su economía en establecimientos comerciales pequeños, a menudo unifamiliares, que proveen al resto de la provincia. Asimismo, cuenta con un mercado municipal, donde pequeños agricultores venden sus productos.

### 1.2.3 Actividad pecuaria

La gran adaptabilidad de ganado porcino gracias a su dieta omnívora ha hecho que este animal se encuentre por todo el globo, exceptuando regiones donde no se consume por una cuestión religiosa. Al continente americano, el cerdo llegó en primer lugar a Santo Domingo, Puerto Rico, Cuba y Jamaica, procedente de las Islas Canarias en el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1.493; la introducción a Colombia, se hizo por Urabá y en particular a la cuenca del Cauca, fue Sebastián de Belalcazar quien los introdujo en su expedición inicial en 1.536 (Patiño, 1970)

Hay que destacar la eficiencia biológica de los porcinos en cuanto a su capacidad de transformar la materia orgánica que el ser humano no es capaz de utilizar directamente. De esta forma se pueden aprovechar rastrojos de cosecha como el forraje o usar restos de comida, llamado lavaza. La lavaza consiste en sobras de la comida tales como arroz, restos de pollo, pavo y otras carnes, cascara de frutas, cascara de caña de azúcar y otros productos. El uso de la lavaza como alimento de los cerdos es ampliamente usado en Ayabaca, debido a las dificultades económicas de la población y el alto coste de piensos y preparados.

La actividad pecuaria constituye una parte muy importante de la economía peruana. La importancia radica en que los animales son un producto de subsistencia usado para el consumo familiar, ayudan al control de la vegetación, representan un medio de ahorro, requiere una inversión relativamente baja y son una fuente de liquidación rápida para el productor (Valdes et al.,2005).

Tras la visita a los diferentes productores de cerdo de la ciudad de Ayabaca, se

pudo comprobar que llevan a cabo una cría tradicional de los animales, alimentados en gran parte con desechos de la comida llamados lavaza (restos de arroz, huesos de pollo, pieles frutas), y criados en cochineras realizadas con materiales rústicos, como se puede observar en la siguiente imagen.



*Figura 3: Cochineras en Ayabaca*

### 1.2.3.1 Razas criadas en Ayabaca

En general, los pequeños productores de las áreas latinoamericanas prefieren la cría de cerdos criollos a la de animales cruzados o de razas mejoradas, debido no sólo al coste, sino también a su rusticidad y adaptación al medio ambiente, incluidos los climas de áreas tropicales y subtropicales. El contenido de grasa y las buenas características de su carne y productos derivados son también reconocidos y apreciados (Fuentes, 2003).

A partir de la raza que llegó a Sudamérica en el siglo XV, se desarrolló el cerdo criollo, conforme se iba adaptando al medio. A través de casi medio milenio en Sudamérica, creó mecanismos de ajuste a condiciones difíciles dados como respuesta a la interacción entre factores hereditarios y condiciones ambientales adversas: intemperie, consanguinidad, cambios climáticos, alimentación deficiente, que en conjunto han proporcionado rusticidad, características como: resistencia a enfermedades, instinto rebuscador, formas de aprovechamiento de toda clase de



recursos alimenticios, mecanismos fisiológicos para la transformación de forrajes, factores que en últimas fueron altamente ventajosas para su explotación por parte de la familia rural.

El cerdo criollo piurano, se parece al cerdo criollo Zungo, criado en Colombia, sin embargo con mas pelaje. El cerdo criollo Zungo presenta como características fisiológicas, la acumulación de grasa en el organismo, la capacidad de adaptarse a climas cálidos y húmedos y una fertilidad alta pero con camadas pequeñas en peso y número, tanto al nacimiento como al destete; algunas de las cerdas Zungo, presentan celos prolongados de ocho y nueve días de duración (Carrero ,1998).

El cerdo criollo piurano comparte estas características, pero siendo el Zungo propio de zonas mas cálidas, tiene poco pelo, mientras que los propios de Ayabaca poseen mas pelo para aguantar las bajas temperaturas nocturnas.

### 1.2.3.2 Cisticercosis

La problemática mayor respecto a enfermedades del cerdo que pueden afectar al hombre es la debida a la cisticercosis, asentada en gran parte de la región, debido principalmente a la cría y matanza en propia en las zonas rurales de la provincia, sin uso del matadero o camal.

El hombre es el hospedador final de los vermes planos *Taenia solium* y de *Taenia saginata*. Son insólitos tanto en los vermes redondos como en los vermes planos en este sentido. La fase sexual o adulta se desarrolla en las personas, mientras que la larvaria puede desarrollarse tanto en animales como en el hombre. *Taenia solium*, es característico del cerdo, pues en ellos pasa la fase intermedia. Cuando el hombre es hospedador final sufre de teniasis. El problema sin embargo, es cuando es hospedador intermedio: sufre de cisticercosis .

La cisticercosis porcina es una enfermedad parasitaria producida por la forma larvaria de la *Taenia solium*, denominada *Cysticercus cellulosae*. La única fuente de infección para el cerdo es el hombre. Hay que destacar que el único hospedador final es el humano, mientras que el cerdo presenta tan solo la forma quística o cisticerco de la *Tenia*.

Debido a la crianza del cerdo de manera abierta sin un control sobre su alimentación, los animales pueden alimentarse de heces humanas contaminadas con los huevos del parásito, debido a que estos son expulsados de esta forma cuando las personas están infectadas. Estos huevos se alojan en los tejidos musculares del animal, de forma que tras el sacrificio y en caso de ingesta de alimentos infectados, este eclosiona en el intestino humano, dando lugar a la forma larvaria de la *T. solium*. (Jay, 1994)

En la carne de cerdo se puede destruir el cisticerco con una temperatura de al menos 60°C. La inmersión en soluciones concentradas de sal durante 3 semanas inactivará a estos parásitos (Jacobs, 1960). Además, se puede eliminar el parásito adulto de los humanos mediante una única dosis de niclosamida. (Jay, 1994)

La difícil erradicación de esta enfermedad también está asociada a que algunos de los productores realizan los sacrificios en sus propias casas o en mataderos clandestinos, de forma que el animal no se somete a ningún tipo de control sanitario. La razón más importante por la que algunos productores eligen estas vías para el sacrificio es el miedo a que se decomisen las canales, y por ello perder el dinero de venta así como el dinero invertido en el animal.

#### 1.2.4 Producción de jamón en Ayabaca

El jamón es producido por una treintena de personas, en su mayoría mujeres de 30-60 años, que lo utilizan como ingreso adicional en sus rentas, nunca como actividad

económica principal. Guardan con celo sus métodos de elaboración, que han heredado familiarmente, sin embargo, la mayoría utiliza prácticamente el mismo método, y casi los mismos tiempos y cantidades.

El jamón pasa por un proceso de salado y posterior ahumado. No se trata pues de jamón curado, pues no se trata con nitritos ni nitratos, sino simplemente con sal de mesa. Su conservación se basa mas en el secado y el descenso de la actividad de agua.

### 1.3 Consumo y conservación de la carne en la historia

Considero importante este punto debido al carácter simple de la conservación del jamón ayabaquino, conservado únicamente mediante salado con sal simple y ahumado.

Hace 10.000 años, en los umbrales de la Historia, el hombre conservaba la carne:1º en los elementos que la producían (había llegado la domesticación de los animales) y 2º como tal carne, mediante la utilización del fuego y del calor del sol (asado o desecación forzada y ahumado).

Más tarde incorporará la sal como conservante de los alimentos proteínicos (carne y pescado). De ahí, a la utilización de “envases” que proporciona el mismo animal en forma de largos tubos cerrados, hay solo un paso. Por consiguiente, inicia la conservación de carne en forma de embutidos (carne picada y salada, mezclada con ingredientes (saborizantes molidos) embutida en las tripas limpias del mismo animal que proporciona la carne, sistema que además permite el secado y ahumado. Posiblemente sea el “embutido” anterior a la propia Historia.

Pero hace 10000 años existen ya algunos procesos de conservación de carnes, que se conocían desde hacia muchísimo mas tiempo. Procedimientos primitivos pero eficaces, como el socarrado, precursor del roast-beef, el desecado de piezas de carne

enterrándolas en cenizas y sometiéndolas a un proceso térmico, los espetos de carne y el tasajo (tiras de carne expuestas al sol). Incluso es posible que el salado de las carnes sea también un procedimiento anterior a la Historia.

En el periodo Neolítico superior (hace unos 8 mil años), el hombre sigue cazando animales e inicia la doma de algunos de ellos.

Unos 3500 años antes de Cristo, surgen las primeras civilizaciones. La obtención de la carne es particular. Los campesinos sacrifican aves de corral o cerdos y se venden en los mercados. La conservación de la carne sigue siendo neolítica (carbonización externa, asado, cocido). También se fríe la carne. Los ejércitos tienen alimentación aparte, se sacrifican y se asan animales cuyas piezas son distribuidas a las tropas. Estas costumbres persisten siglos.

Más tarde (hacia el siglo IV a. C.) se funda Roma. En la República ya existen locales llamados *macellum*, susceptibles de equipararse con las carnicerías del medievo. Practican habitualmente el secado de la carne y el salado de piezas de tocino. El embutido es frecuente y hay antecedentes escritos y gráficos que lo aseveran. Se matan en los *macellum* ovino, porcino, vacuno y cabrio. La caza sigue siendo una actividad normal.

En el Egipto del antiguo imperio también hay carniceros establecidos, y se mata para la venta, camélidos, bóvidos y porcinos.

Contemporáneos de griegos y egipcios fueron también los aztecas. Comen poca carne y hoy diríamos que exótica, pues comen perro y pavo, pero también serpientes, iguanas, insectos y larvas.

En cuanto a la obtención de la carne y en cuanto a alimento, podremos observar empero que no existen diferencias entre las prácticas de carniceros egipcios y los

carniceros del siglo XIX.

Esto cambia por fin en los siglos XIX y XX. Con los conceptos tecnológicos y científicos de finales del XIX se inicia y se completa en el siglo XX la tarea del conocimiento de las ciencias medicas. Así, en lo referente a los alimentos en general, las sociedades aplican normas sobre la higiene que permitan y favorezcan que la obtención, preparación, conservación, distribución y consumo de alimentos se produzcan en condiciones de inocuidad. (Castaño, 2001)

## 1.4 Características de la calidad de la carne de cerdo.

### 1.4.1 Propiedades fisico-químicas y organolépticas.

Se tratan las propiedades fisico-químicas o tecnológicas y las propiedades organolépticas de la carne de cerdo de forma conjunta puesto que están fuertemente interrelacionadas en la carne de cerdo el color, pH y la retención de agua

Para conseguir una carne apreciable al consumidor hay que tenerlos en cuenta, ya que si bien algunos problemas de la carne son imposibles de corregir totalmente si que hay que reducirlos al máximo para que se presente en un reducido porcentaje de las canales provenientes de los animales sacrificados.

#### *Carnes exudativas (PSE)*

Este es uno de los principales problemas en la carne de cerdo y uno de los que mayores pérdidas económicas acarrea. Normalmente dentro del lenguaje técnico se le denomina como PSE, acrónimo de pale, soft & exudative, que viene a significar pálidas, blandas y exudativas. Este tipo de carne ocurre cuando el pH de la carne después del sacrificio baja mas rápido de lo normal. La caída del pH por debajo de 6.0 y la combinación de ello con temperaturas superiores a 38°C hace que las proteínas que dan consistencia al musculo se desnaturalicen a gran rapidez. Esto hace que el musculo

pierda capacidad de retención de agua así como una mayor palidez. Esto genera una pérdida de peso en la canal, con lo que se consigue menores ganancias, combinado con la menor apreciación por parte del consumidor. Estos dos factores generan una gran pérdida económica, ya que obtenemos menor cantidad de carne y vendible a menos precio de lo habitual.

Este tipo de carne tiene una causa principalmente genética, y esta relacionado con el estrés porcino. Ciertas razas creadas para aumentar el componente magro de la carne presentan este problema mas a menudo (Buxade et al., 1996).

#### *Carnes secas duras y firmes (DFD)*

Este tipo de carne aparece cuando las reservas de colágeno del musculo del animal han disminuido mucho justo antes del sacrificio, por haber tenido un tratamiento excesivamente largo antes de la muerte del animal. Esto hace que no haya suficiente ácido láctico ya que no había colágeno suficiente, y finalmente repercute en el pH siendo este superior a 6.0. Las carnes son indeseables al consumidor ya que presenta un color oscuro en contraste con zonas brillantes. Además de esto, el alto pH hace que sea mas rápida la proliferación bacteriana. Sin embargo, este tipo de carnes tienen una incidencia inferior al 5%, bastante menos que las carnes PSE (Buxade et al., 1996).

#### *Contenido de grasa infiltrada*

El veteado de los músculos o su contenido en grasa intramuscular es un criterio que cada vez se utiliza mas como indicador de calidad. La dirección de las técnicas de cría de cerdos a ido en contra del engrasamiento de los animales, lo que a llevado a niveles de grasa intramuscular inferiores al 2%, incluso a menos del 0,5% en algunos casos. Este cambio produce una pérdida de la calidad sensorial fundamentalmente por falta de jugosidad y ternura en la carne fresca, afectando negativamente la calidad de la carne.

### *El efecto de la alimentación*

Una de las preocupaciones de la industria actualmente es la falta de calidad en la grasa de los cerdos, de mayor contenido en grasa insaturada. Esto se debe a dos factores principalmente. Por un lado la tendencia a razas de rápido crecimiento del magro, en el que se tienen mayores depósitos de grasa insaturada. El otro factor es la alimentación con alto número de ácidos grasos poli-insaturados.

Por ello se debe tener especial cuidado en la alimentación de los animales y mejorar sus dietas para conseguir una carne con una calidad óptima.

### *Sabor y olor*

Uno de los factores determinantes del óptimo sabor y olor de la carne es la calidad de la grasa presente en la pieza cárnica, especialmente su estado de oxidación. Una excesiva oxidación repercute muy negativamente en la calidad de la carne fresca, procesados y precocinados. La manipulación del perfil y porcentaje de ácidos grasos, especialmente poliinsaturados, en grasas o ingredientes utilizados en la dieta del animal, junto a la utilización de antioxidantes que se fijan en los tejidos (vitamina E) son altamente útiles en la prevención de este indeseable efecto mediante la alimentación del animal. (Coma & Piquer, 1999)

## **1.4.2 Calidad nutricional**

El valor nutritivo de un alimento se establece basándose en la energía que proporciona, en su contenido en nutrientes esenciales, en la facilidad de digerir y absorber estos nutrientes y en su contenido en alérgenos peligrosos o sustancias relacionadas con procesos patológicos. Este valor nutritivo está íntimamente ligado a la composición química del alimento y esta a su vez a la composición de todos y cada uno de los ingredientes utilizados. En el caso de los productos cárnicos, las recetas son tan variadas que el valor nutritivo varía ampliamente de unos productos a otros.

De manera general podríamos hablar de aporte de:

- Proteínas y aminoácidos esenciales. La carne y los productos cárnicos constituyen una excelente fuente de proteínas de alto valor biológico y de aminoácidos esenciales como la lisina.
- Grasas y ácidos grasos esenciales. En los últimos años han constituido un inconveniente tanto por su cantidad como por su calidad. En el caso de la cantidad, porque los gustos actuales demandan productos con un bajo contenido en grasas debido a que se cuida mucho más la imagen. Por lo que se refiere a la calidad de las grasas está bien establecida la relación entre las grasas saturadas, los altos niveles de colesterol y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, es preciso recordar que las grasas también aportan además de energía una serie de nutrientes como algunos ácidos grasos esenciales para el desarrollo de las funciones metabólicas.
- Vitaminas. La mayor contribución de los productos orgánicos de este grupo de nutrientes se debe a algunas vitaminas del grupo B.
- Minerales. La carne y los productos cárnicos constituyen buen aporte de fósforo, sodio y cloro. Sin embargo, estos últimos también tienen su parte negativa, ya que resultan contraindicativos para determinados consumidores, como aquellos que sufren de hipertensión. Además aportan a la dieta hierro y zinc, y en pequeñas cantidades cobalto, cobre y selenio.

### 1.4.3 Calidad e higiene

Los tejidos internos de los animales sanos no presentan contaminación microbiana, por lo que una gran parte de la microbiota de la carne procede de las partes externas del mismo animal y del medio ambiente en el que se encuentra durante el sacrificio. La contaminación del interior de la masa muscular, puede producirse por medio de la sangre durante el degüello, por una alteración de la barrera digestiva



durante el sacrificio que permite el paso de la flora presente en el tracto intestinal, o por la manipulación y contaminación cruzada principalmente durante el despiece y procesado.

El desarrollo de la flora microbiana depende de factores extrínsecos relacionados con el ambiente en el que se encuentra el jamón (temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y sales de curado); de factores inherentes al jamón (actividad de agua, humedad relativa, pH, potencial redox, nutrientes y factores antimicrobianos naturales) denominados intrínsecos y finalmente factores implícitos, que son aquellos que derivan de las relaciones de dependencia que se derivan de las relaciones de dependencia que se establecen entre los distintos grupos microbianos, con efectos sinérgicos o antagónicos. (JAY, 1994)

La calidad microbiológica de la carne depende en gran parte de los procesos industriales y de las medidas de higiene puestas en práctica entre la salida de los animales de la explotación y el almacenaje por el consumidor de los productos elaborados. Sin embargo, en determinados casos se ve comprometida la responsabilidad del ganadero, como ocurre en el caso de la cisticercosis (ITP, 1997).

La contaminación de la carne tiene dos tipos de consecuencias:

- Consecuencias sanitarias para el consumidor. Se trata básicamente de bacterias patógenas como salmonellas, listerias, clostridios y *Staphylococcus aureus*.
- Consecuencias tecnológicas en la elaboración, la presentación y la conservación de los productos.

Las principales bacterias que afectan al jamón son:

### *Coliformes*

Indican la contaminación fecal del alimento, dándonos una idea general de su higiene.

Se puede hacer su investigación y recuento tanto en medio líquido como en medio sólido. En el presente estudio se realizó en medio líquido. Para su detección se aprovechan ciertas características que distinguen a las coliformes de otras *Enterobacteriaceae* como, por ejemplo, su capacidad de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas en presencia de sales biliares.

### *Salmonella y Shigella*

Tanto *Salmonella* como *Shigella* se tratan de dos géneros bacterianos diferentes pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae*. Son también Gram negativos, aerobios anaerobios facultativos, fermentan la glucosa (*Salmonella* con formación de gas y *shigella* sin ella) no así la lactosa. Ambos son citocromo oxidasa negativos.

Se utilizan estas características comunes ya que se necesita una prueba de ausencia/presencia, y no hay que hacer recuento de las mismas.

### *Clostridium sulfito-reductores anaerobios*

Los anaerobios sulfito-reductores constituyen un grupo asociado a los *Clostridium* spp y como tal se caracterizan por ser organismos Gram positivos, anaeróbicos, formadores de esporas, que están normalmente en las heces, aunque en número mucho más reducido que *E. coli*. Su representante más característico es *Clostridium perfringens*.

### *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* es una especie bacteriana integrada por formas cocáceas de 0,8-1,0 µm de diámetro, que se dividen en más de un plano, por lo que se agrupan irregularmente en racimos. Son inmóviles y carecen de esporos. Son grampositivas. Es una especie muy sensible a la acción del calor y los desinfectantes. Su presencia o la de sus toxinas en los alimentos es signo de falta de higiene.

Una característica muy importante de este germen es que sus toxinas pueden ser causa de intoxicación cuando se ingieren con un alimento.

La normativa para jamón cocido y fiambre de jamón (O. 29/6/83, BOE 5/7/83, R. 26/12/83, BOE 3/1/84) exige los siguientes límites

Siendo los limites:

- Coliformes totales :  $1 \times 10^2$  UFC/g
- *Salmonella-Shigella*: ausencia 25 gramos
- *Clostridium* Sulfito-reductores anaerobios esporulados  $1 \times 10^2$  UFC/g
- *St. Aureus* enterotoxigénico  $1 \times 10^2$  UFC/g

## 1.5 Métodos de conservación

Se hace hincapie en los metodos de conservación el efecto de ellos sobre las bacterias. Pese a haber mas alterantes de los alimentos como pudieran ser levaduras y hongos, su incidencia en el jamón ayabaquino es mínima, ya sea por el proceso de ahumado sobre el exterior del alimento o por el clima propio de la región.

### 1.5.1 Salado

Como se ha mencionado anteriormente, la sal se ha utilizado como conservador de alimentos desde la antigüedad, siendo el primer uso de la sal en los alimentos conservar las carnes.

A elevadas concentraciones, la sal ejerce un efecto de desecación tanto sobre el alimento como sobre los microorganismos. Para los microorganismos no marinos, una solución salina del 0,85-0,9% produce un medio isotónico (concentraciones de sales idénticas del medio y del interior de las células), pero al aumentar la concentración de sal, hasta por ejemplo un 5%, se consigue un medio hipertónico en el que agua de las células pasa del interior al exterior a un ritmo mayor del que entra, siendo la consecuencia para la célula la plasmólisis, cuya consecuencia es la inhibición de su crecimiento y la muerte celular con probabilidad. (Jay,1994)

Ademas de ello, el ion  $\text{Na}^+$  tiene un importante efecto inhibitorio. Los dos

procesos están interrelacionados, pero el la cantidad encontrada en los alimentos, el efecto inhibitoria del ion  $\text{Na}^+$  tiene una gran importancia. Con algunas excepciones, los microorganismos que son sensibles a los niveles reducidos de actividad de agua (desección) también lo son a la inhibición del crecimiento por iones de sodio (Varnan y Shuterland, 1997)

Para facilitar la penetración de las sales de curado, se eliminar la sangre presente en venas y arterias y se efectuá un masaje junto con la sal. El frotado de las piezas fuerza la penetración de la sal como consecuencia de un efecto físico sobre las fibras, con rotura de membranas y apertura de caminos viables para la sal. (Amo, 1986) Con ello se aumenta la superficie de absorción y se favorece la penetración de la sal. Así mismo, es recomendable un prensado moderado de las piezas para disminuir su espesor y facilitar la penetración de la sal hasta los músculos mas internos (Varnan y Shuterland, 1997)

### 1.5.2 Ahumado

El ahumado de los productos cárnicos constituye un tratamiento tecnológico consistente en exponer los alimentos a la acción de humos y vapores que se generan por la combustión de determinados vegetales, generalmente maderas.

El proceso de ahumado, tiene como finalidad aumentar la conservación del alimento y modificar de forma agradable determinadas cualidades sensoriales, tan importantes como la textura, el color, el aroma y el sabor del producto ahumado.

Si en un pasado el ahumado tenía una finalidad de conservación de alimentos, en la actualidad este procedimiento tiene más interés en cuanto a la modificación de las características sensoriales (Cava y Andres, 2001).

No existen estándares preestablecidos sobre los tiempos de ahumado,

posiblemente por el objetivo de mejora organoléptica de este, en vez de un uso de conservación sanitaria, que requiera una estandarización mayor para asegurar su seguridad.

#### 1.5.2.1 Composición y pirólisis de la madera

La combustión completa de la madera produce agua, dióxido de carbono y cenizas. El humo se produce por una combustión incompleta por:

- Pirólisis; descomposición de los componentes de la madera por acción del calor.
- Reacciones de oxidación y condensación de los compuestos generados durante la pirólisis.

Los componentes principales de la madera son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina. La degradación térmica de ésta da lugar principalmente a la formación de ácido acético y de sus homólogos en el caso de la celulosa y hemicelulosa; mientras que la descomposición de la lignina genera fenoles y éteres fenólicos tales como el guayacol( procedente de maderas blandas) y el siringol (producido en la combustión de maderas duras) y sus homólogos y derivados.

#### 1.5.2.2 Composición del humo

En el humo de ahumado se pueden distinguir:

- Partículas no volátiles que se encuentran en suspensión en un medio gaseoso y formadas por alquitranes, cenizas y hollín.
- Sustancias en fase gaseosa que son las que contribuyen a conferir el aroma y color de los productos cárnicos ahumados.

Las principales familias de compuestos detectados en el humo son:

- Compuestos fenólicos.
- Carbonilos.
- Ácidos carbonílicos.
- Furanos, lactonas, alcoholes y ésteres.
- Hidrocarburos policíclicos aromáticos.

### *Compuestos fenólicos*

A estos compuestos se les atribuyen la capacidad de conferir el típico sabor ahumado en los productos cárnicos ahumados, aunque también se esta de acuerdo en que no son los únicos responsables. También contribuyen a aumentar la conservabilidad del producto debido a su acción antioxidante.

Los principales compuestos fenólicos que se encuentran en el humo son el guayacol, creosol, vanillina y el siringol. Su proporción varia con la madera y la temperatura de pirólisis.

### *Carbonilos*

Se incluyen en este grupo aldehídos y cetonas. El principal representante es el formaldehído, que presenta una importante acción bactericida. Estos compuestos intervienen algo en el sabor del producto ahumado, pero parece ser que su acción principal es a nivel de coloración.

### *Ácidos carbonílicos*

Los ácidos presentes en el humo son el ácido fórmico, acético y benzoico. Ejercen una cierta acción antibacteriana y se cree que intervienen débilmente en la formación del aroma.

### *Lactonas, furanos, alcoholes y ésteres.*

Estos compuestos se relacionan a nivel de sabor principalmente.

### *Hidrocarburos policíclicos aromáticos*

Estos compuestos son objeto de estudio por razón de su toxicidad, relacionándose esta con una acción cancerígena. El mas importante de entre los mas de 40 detectados es el 3,4-benzopireno.

Los factores que influyen en la formación de HPA son:

- Elevadas temperaturas de pirólisis: su producción se inicia a los 400°C aumentando linealmente hasta los 800°C
- Naturaleza de la madera: maderas resinosas favorecen su aparición al producir un humo cargado de partículas.

(Cava y Andres, 2001)

### **1.5.2.3 Efecto del ahumado sobre los productos cárnicos**

El ahumado produce sobre los alimentos una serie de modificaciones en las características sensoriales de los mismos. Sin embargo, estas modificaciones beneficiosas se acompañan de ciertos efectos indeseables que se traducen por una alteración de la calidad higiénica y del valor nutritivo de los productos tratados, por la contaminación de los mismos por ciertos hidrocarburos policíclicos aromáticos y la destrucción de ciertos aminoácidos.

Los cambios producidos por el ahumado en las características de los productos tratados pueden agruparse en los cambios en las cualidades sensoriales, tales como sabor, color y aroma; y cambios e la conservabilidad del producto debido a un efecto antioxidante y inhibidor del crecimiento de microorganismos.

En cuanto los cambios en el sabor, los compuestos del humo responsables de los mismos parecen ser diversos y la mezcla de los mismos son los que dotan al producto

del sabor y aroma característico. Estas sustancias se caracterizan por presentar aromas muy agradables, tales como olores a caramelo, azucarados, a flores, etc. No obstante, el aroma que el producto muestra no parece estar condicionado únicamente por los compuestos del humo, sino también por la interacción entre estos compuestos y los constituyentes del producto.

El color de los elaborados cárnicos ahumados se debe a la interacción de ciertos componentes del humo con proteínas de la carne. La coloración varía desde el amarillo dorado al pardo oscuro en cuanto a tonalidades, así como de diferencia de la intensidad de los colores. El tipo de madera influye en gran medida a la coloración. Durante la maduración del producto, la coloración puede perderse debido a su oxidación, variando el color original de rójizo-marronaceas a tonalidades grisáceo-marronaceas. (Cava y Andres, 2001)

Además de estos efectos sobre las características sensoriales el ahumado determina en los productos un aumento de la conservabilidad debida a la acción limitante del crecimiento bacteriano. Esta acción inhibidora de los patógenos es más intensa en los lugares en los que los componentes del humo es mayor, es decir, en la superficie del producto. Por último, el humo presenta componentes capaces de actuar como antioxidantes de las grasas, reduciendo su oxidación. (Jay, 1994)

### 1.5.3 Desecado

Para su crecimiento las bacterias necesitan una cantidad de humedad relativamente elevada. El descenso de la actividad de agua ( $a_w$ ) producido por el salado y cierta desecación por la pérdida de humedad mientras se produce el ahumado de la carne. Hace que se pueda considerar al jamón ayabaquino un producto de desecación intermedia (humedad en torno al 15-50% y actividad de agua en torno al 0,6-0,85 %)(Jay,1994). Por ello, conviene examinar el efecto de la desecación en los microorganismos.



La mayoría de las bacterias necesitan unos valores de actividad de agua superiores al 0,9 para crecer, estos microorganismos no intervienen en la alteración del alimento. A valores de  $a_w$  entre 0,8 y 0,85, diversos hongos alterar fácilmente el alimento en 1-2 semanas,. A valores de 0,75, la alteración se retarda, encontrándose menos microorganismos en los alimentos que se alteran. A 0,70 de  $a_w$ , la alteración se retarda considerablemente y es posible que no se presente durante una conservación prolongada. Se sabe que a actividad de agua de 0,65, crecen muy pocos microorganismos. (Jay, 1994)

Las zonas con altitudes sobre el nivel del mar superiores a los 2000 metros, debido a la baja humedad ambiental y a la disminución de gérmenes de putrefacción, provocan una desecación mas lenta (Cevallos, 1986)

## 1.6 Consumo y producción de cerdo

La población de ganado porcino según las últimas estimaciones oficiales del 2003 alcanza a 2'892,000 de cabezas, teniendo una tasa de incremento anual promedio de 2.4% en los últimos 8 años. (INEI,2003)

Alrededor del 29% de estos animales se ubican en la parte central del país siendo Lima el principal productor con 15.4% del total de porcinos a nivel nacional. Esto se debe a la gran disponibilidad de residuos de alimentos de restaurantes y desperdicios de los mercados de abastos, que constituye una importante fuente para los porcinos y también por su gran cercanía al gran mercado consumidor que es la gran Lima.

A nivel mundial es una de las carnes con mayor consumo, siendo el consumo per capita en el Perú solo de 3.91 Kg./año, mientras que en países como Chile es superior a 12 Kg./año. (FAO)

La producción de carne de porcino ha tenido un incremento de 75.7 miles de TM. a 85.6 miles de TM. entre los años 1993 y 2003 respectivamente. En el 2004 la producción aumentó a 97.96 TM , en el 2005 a 102.90 TM y en el 2006 a 108.65 TM, lo que refleja un buen desarrollo de la actividad a nivel nacional.

Producción Nacional de Carne de Cerdo	
AÑO	TM
1993	75,7
1994	77,7
1995	80,1
1996	83
1997	86,6
1998	90,68
1999	92,92
2000	94,7
2001	94,96
2002	95
2003	85,66
2004	97,96
2005	102,9
2006	108,65

Tabla 2 producción de carne de cerdo (DGPA-MINAG)

Existencia de bajos niveles de consumo en relación a otros países, mientras que en el Perú para el año 2003, el consumo per capita es de 3.2 (al año 2001 el consumo fue aproximadamente de 3.7 Kg./Hab./ año) el promedio de consumo de carne de cerdo a nivel mundial es de 14.73 Kg./Hab./año, en Europa es de 44.6 Kg. como consumo promedio, siendo en Norte América 30 Kg. Esto se debe a perjuicios que limitan el consumo, así como a la mala imagen que aún tiene el producto en el ama de casa por el temor, ante la existencia de la crianza clandestina.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivos generales

El objetivo de este estudio es analizar la calidad del jamón producido en la sierra de Ayabaca, así como las fortalezas y debilidades de su producción y comercio.

### 2.2 Objetivos específicos

Caracterizar el sistema de elaboración del jamón.

Estudiar su calidad higiénica con la normativa correspondiente.

Estudiar su calidad nutricional.

Realizar un análisis de su producción y comercialización.

### 3 Material y métodos

Se han utilizado dos métodos principales para la elaboración del siguiente estudio. Por un lado, se han realizado encuestas junto con entrevistas a diferentes productoras de jamón de la ciudad de Ayabaca y por otro lado se han realizado diversos análisis del jamón propiamente dicho.

Esta labor no ha estado exenta de problemática. Muchas de las productoras de jamón sienten cierta intimidación frente a las preguntas realizadas, pues guardan con gran celo la elaboración del jamón. El hecho de ser europeos no ayudo al hecho. Contamos con la inestimable ayuda del señor Juan Soto, productor de cerdos de la ciudad, que nos presento a gran numero de las productoras de jamón, aunque sin embargo, no todas ellas colaboraron, quizá por miedo o desconfianza.

Ademas de ello, no se ha podido realizar todos los análisis que se hubieran querido, bien por falta de medios en la Universidad Nacional de Piura, bien por falta de muestras. El hecho de ser necesarias gran cantidad de muestras para realizar un análisis estadístico posterior, ha hecho imposible realizarlo. Esto se debe a la necesaria compra de cada pieza de jamón completa para poder analizarla y la falta de medios económicos para ello.

#### 3.1 Encuestas para caracterizar la elaboración y producción del jamón

Mediante encuestas realizadas por nuestros tutores de la UNP, la ingeniera Sonia Sánchez Sánchez y el ingeniero Jorge Reyes Otero, ambos miembros de la Facultad de Zootécnia, se ha recogido la información relativa al procesado del jamón. En la propia ciudad de Ayabaca, contamos con la ayuda del señor Juan Soto, el cual nos guió por la ciudad.

Ademas de la información conseguida en las encuestas, se pudo hablar con

diversas productoras, las cuales sin embargo, no quisieron que constaran datos escritos sobre ellas.

Se recogió información en ellas agrupadas en 4 grupos:

- Información general: Relativo a la productora, su instrucción y su actividad principal.
- Identificación de insumos para la elaboración del jamón: Relativo a la materia prima y los costos de producción.
- Métodos de preparación del jamón: Relativo al proceso productivo.
- Comercialización: Relativo a la comercialización del producto y el volumen de producción

El proceso para realizar las encuestas fue informarse preguntando a la gente del pueblo quien producía jamón, y visitándolas en casa preguntarse acerca de la posibilidad de relizarles preguntas sobre la producción de jamón. Solo se consiguió realizar 4 entrevistas, pues muchas de las productoras no estaban dispuestas a participar.

Tras quedar con ellas un día en concreto, se realizó la encuesta en 1 hora tras lo cual se charló con ellas durante un par de horas mas acerca del jamón. A continuación se muestras las preguntas concretas de las que constaban las encuestas, si bien se llevo un cuaderno en el que hacer anotaciones.

Se les pidió también que mostrasen el lugar donde ahumaban el jamón y se realizo distintas fotos. Por desgracia, se perdieron la mayoría de ellas debido a la corrupción de los datos de la cámara.

#### *Información general*

- Nombre del productor
- Dirección

- Grado de instrucción
- Actividad principal

#### *Identificación de insumos*

- Parte del jamón utilizada
  - Peso de la pieza
  - Precio
- Tipo de sal
  - Precio
  - Lugar de compra
- Tipo de leña
  - Forma de adquisición
  - Precio

#### *Métodos de preparación*

- Días de salado
- Días de prensado
- Ahumado
  - Tiempo de ahumado
  - Lugar de ahumado
  - Altura de ahumado

#### *Comercialización*

- Compradores de jamón
- Precio y cantidades de venta.
- Tiempo de venta de la producción
- Volumen de producción
- Meses de mayor producción
- Probabilidad de agruparse con otras productoras

## 3.2 Caracterización del jamón producido en Ayabaca

### 3.2.1 Obtención de muestras

Para la obtención de muestras de este estudio, ha sido necesario comprar jamón directamente a las productoras. Ha sido imposible realizar un muestreo amplio, pues la toma de muestras en diversos jamones implicaba la pérdida del ejemplar para las productoras. Así pues, se compraron 2 jamones diferentes de los que se extrajeron las muestras, a dos de las productoras a las que se le hizo la encuesta. Los análisis microbiológico y proximal tuvieron que realizarse en Perú por la imposibilidad de traer muestras en condiciones al estado. El análisis de la actividad de agua se realizó en la UPNA.

Las muestras de los propios jamones se tomaron del interior del jamón, a medio camino entre el centro y el exterior, con el objetivo de conseguir la muestra mas representativa posible de la carne.

### 3.2.2 Análisis proximal

El análisis proximal fue realizado por un técnico de la facultad de zootecnia de la UNP, para el cual uso el método Weende, utilizado normalmente para el análisis de forraje.

La determinación de la composición química de los alimentos se basa en diversos procesos químicos que tienen como finalidad determinar cuantitativamente la presencia de determinado elemento, compuesto o fracción de la estructura del material. Hay otros tipos de análisis que permiten estimar la calidad del alimento, pero esto se considera como una evaluación un tanto subjetiva y en muchos casos sus valores son relativos y no absolutos, pues solo permiten comparar el valor de un alimento con respecto a otro o un grupo de alimentos.



Existen los análisis químicos y los de la digestión in vivo e in vitro utilizando bacterias. Esta última provee de estimaciones más directas de digestibilidad pero es mas larga, cara y se indica que es menos reproducible. (De gracia, 2011)

El análisis proximal de la materia seca en uso por mas de 100 años, se atribuye su desarrollo en Alemania a Henneberg y Stohmann, y es conocido como el método Weende. El mismo consiste en los siguientes pasos.

- Materia seca a los 100°C: calentamiento de la muestra hasta un peso constante a temperaturas por encima del punto de ebullición del agua(100 °C). Esto remueve el agua, por consiguiente la pérdida de peso equivale al contenido de agua. Fuentes de error son el hecho de que cualquier material que se volatiliza a esta temperatura se pierde. Algunos líquidos se oxidan cuando se calientan y por consiguiente aumentan de peso. Se utiliza la determinación con tolueno, secado al vacío y secado en congelamiento, como métodos alternos.
- Lípidos: Extracción con éter del residuo para estimación de lípidos por 4 horas. La pérdida de peso luego del secado corresponde a los lípidos.
- Determinación de nitrógeno:método del Kjeldhal. Pequeñas muestras son digeridas en ácido sulfúrico concentrado y toda la materia orgánica es destruida. El nitrógeno en forma de sulfato de amonio, luego es neutralizado con hidróxido de sodio, destilado y el amonio es llevado a una solución ácida estándar y titulado.
- Determinación de cenizas.
- Extracto Libre de Nitrógeno: El cálculo de esta fracción se considera como la materia seca no determinada por la suma del extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y proteína ( $N \times 6.25$ ). compuesto principalmente de

carbohidratos altamente disponibles.

### 3.2.2.1 Determinación de la materia seca

#### *Determinación de humedad en dos pasos*

Este procedimiento es cuando se utiliza el presecado de la muestra, a 60 °C, que se denomina materia seca parcial, y luego se somete la muestra u otra porción de la muestra a la extracción total de agua por otro método, en particular los de horno de convección forzada con aire caliente a 105 °C durante periodos de mas de 16 horas o a 135 °C por menos tiempo, por lo general no mas de dos horas. En este caso, la cantidad total de humedad de la muestra bajo análisis se obtiene multiplicando el porcentaje de humedad obtenido durante el presecado por el contenido de humedad obtenido en el segundo paso o secado total. Como ejemplo, utilizamos la materia seca parcial a 60 °C y la obtenida a 105 °C.

$$\% \text{ TOTAL DE MATERIA SECA} = \% \text{ DE MATERIA SECA A } 60^{\circ}\text{C} \times \% \text{ DE MATERIA SECA A } 105^{\circ}\text{C} / 100$$

$$55,12 \times 93,055 / 100 = 51,29$$

El contenido de humedad se obtiene por diferencia:

$$\text{PORCENTAJE DE HUMEDAD} = 100 - \text{PORCENTAJE TOTAL DE MATERIA SECA}$$

$$100 - 51,29 = 48,71\% \text{ DE HUMEDAD}$$

A continuación se muestra el procedimiento para el calculo de materia seca a 60°C y a 105°C

Materia seca a 60°C

Para la molienda de ciertos materiales y obtener el tamaño de partícula ideal para los análisis de laboratorio, las muestras deben ser presecadas, así como también reducir su humedad para su conservación. Para estos efectos se acostumbra secar la muestra en un horno de convección de aire caliente a una temperatura de 60 -65 °C por 18 a 24 horas. A continuación los pasos a seguir:

### Procedimiento

- Todo el proceso se realiza en duplicado.
- Usar una bandeja de aluminio limpia.
- Pesar la bandeja de aluminio con exactitud. P1
- Agregar el materia de muestra hasta que se llene la bandeja y registra el peso de la bandeja mas el de la muestra húmeda. P2
- Colocar la bandeja con la muestra húmeda en el horno de conveccion forzada durante 60°C 48 horas.
- Luego del periodo indicado, retirar la bandeja con la muestra parcialmente seca del horno y colocarla sobre la mesa dejando que se equilibre con la humedad del aire del laboratorio por lo menos durante 30 minutos.
- Pesar la bandeja con la muestra parcialmente seca y registrar este valor.

Datos materia seca a 60°C	Peso en gramos	
	Duplicado 1	Duplicado 2
P1. Peso de la bandeja vacía	6,3537	6,0831
P2. Peso de la bandeja+muestra húmeda	69,6488	57,1898
P3. Peso de la bandeja+ muestra parcialmente seca	40,1455	35,2383
P4. Peso de la muestra húmeda(P2-P1)	63,2951	51,1067

El contenido de humedad del material se determina por la diferencia de peso entre el material fresco y el material parcialmente seco. Para obtener el contenido parcial de materia seca a 60 – 65 °C, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\% \text{ DE MATERIA SECA A } 60^{\circ}\text{C o PARCIALMENTE SECA} = \frac{(P3 - P1)}{(P4)} \cdot 100$$

$$\text{Duplicado 1: } (40,1455 - 6,3537) / 63,2951 \cdot 100 = 53,2 \%$$

$$\text{Duplicado 2: } (35,2383 - 6,0831) / 51,1067 \cdot 100 = 57,04\%$$

El contenido parcial de humedad se obtiene por diferencia:

$$\% \text{ DE HUMEDAD PARCIAL A } 60^{\circ}\text{C} = 100 - \% \text{ DE MATERIA SECA A } 60^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Duplicado 1 : } 100 - 53,2 = 46,8\%$$

$$\text{Duplicado 2: } 100 - 57,04 = 42,96\%$$

Con los pesos de los duplicados se obtiene un promedio, y ambos no deben variar mas de 2% de la diferencia de ambos valores. Esta muestra parcialmente seca es molida y se conserva, debidamente identificada, en envases de vidrio con tapa o en bolsas de plástico con cierres herméticos, para los futuros análisis.

Promedio: 44,88% de humedad parcial.

Las muestras no son secadas a 105 °C para extraer totalmente la humedad desde su inicio debido a que a dicha temperatura se pueden provocar reacciones indeseables, tales como la Reacción de Maillard o de empardecimiento, donde los grupos amino de los aminoácidos, proteínas y aminos, tal como el  $\alpha$ -amino de la lisina pueden llegar a reaccionar con carbohidratos, aldehídos y cetonas ligándose, y alterando los resultados posteriores. Las reacciones subsecuentes como los rearrreglos de Amadori y la formación de los pigmentos de melanoidinas dan como producto final el empardecimiento de los alimentos.

#### *Materia seca total o a 105°C*

La remoción parcial de la humedad libre del material permite la conservación del mismo disminuyendo su deterioro o alteraciones químicas. No obstante el material aún conserva cierto nivel de humedad que esta ligada a ciertas estructuras y compuestos, la cual debe ser removida para determinar con exactitud el contenido total de agua del material. En el caso de materiales que no han sido presecados a 60 – 65 °C y que han sido molidos, se puede realizar la determinación de la humedad total directamente. Para determinar el contenido total de humedad proceda con los siguientes pasos:

#### Procedimiento

- Todo el proceso debe hacerse por duplicado.
- Colocar un crisol de porcelana con tapa con capacidad de 50 ml en un horno de convección de aire forzado a 105 °C por 16 horas por lo menos.
- Remover el crisol de porcelana del horno, utilizando pinzas de metal, y

colocarlo en un desecador, el cual debe poseer un agente secante en el fondo. Colocar la tapa del desecador sin cerrarlo completamente. Si se cierra completamente provocara un vacío dificultando la remoción posterior de la tapa. Esperar por lo menos dos minutos y proceder a colocar la tapa de manera que cierre herméticamente el desecador. Esperar cinco minutos para que se enfríe el crisol.

- Remover el crisol y su tapa del desecador con unas pinzas de metal y proceder a registrar su peso. P1
- Sin quitar el crisol de la balanza, se agregan alrededor de 5g de muestra y se registra el peso. P2
- Retirar el crisol de la balanza y colocarlo en un horno de conveccion de aire forzado a 105°C durante 24h
- Al final del periodo de secado, quitar el crisol del horno y colocarlo cerrado con su tapa en un desecador, con las mismas precauciones indicadas con anterioridad. Dejarlo enfriar.
- Registrar el peso del crisol mas la muestra seca. P3

Datos materia seca a 105°C	Peso en gramos	
	Duplicado 1	Duplicado 2
P1. Peso del crisol vacío	53,4206	43,0150
P2. Peso del crisol+muestra húmeda	58,4471	48,3839
P3. Peso del crisol + muestra seca	58,0942	48,0152
P4. Peso de la muestra húmeda(P2-P1)	5,0265	5,3689

El contenido de humedad del material se determina por la diferencia de peso entre el material fresco y el material seco. Para obtener el contenido de materia seca a

105 °C, utilice la siguiente ecuación

$$\text{PORCENTAJE DE MATERIA SECA A } 105^{\circ}\text{C} = (P3-P1)/P4 \cdot 100$$

$$\text{Duplicado 1 } (58,0942-53,4206)/5,0265 \cdot 100 = 92,98$$

$$\text{Duplicado 2 } (48,0152-43,0150)/5,3689 \cdot 100 = 93,13$$

El contenido de humedad se obtiene por diferencia:

$$\% \text{ DE HUMEDAD A } 105^{\circ}\text{C} = 100 - \% \text{ DE MATERIA SECA A } 105^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Duplicado 1 : } 100 - 92,98 = 7,02\%$$

$$\text{Duplicado 2 : } 100 - 93,13 = 6,87\%$$

Tal como en el caso anterior, la diferencia de los valores de los pesos de los duplicados no deben superar mas del 2% de las diferencias de ambos con el promedio.

Promedio: 6,945% de humedad a 105°C

### 3.2.2.2 Determinación de lípidos

Los lípidos se encuentran ampliamente distribuidos en animales y vegetales, formado parte fundamental de membranas celulares. En los alimentos principalmente se encuentran en forma de moléculas de triglicéridos (3 ácidos grasos esterificados a una molécula de glicerol), y presentan diferente composición dependiendo de su fuente de obtención. Son un grupo complejo de moléculas que no necesariamente presentan

similitud en cuanto a su estructura química.

La característica principal es su insolubilidad en el agua y su alta solubilidad en disolventes no polares, tales como el éter etílico, hexano, benceno, cloroformo y derivados líquidos del petróleo. En el sistema proximal de análisis, las grasas o lípidos se miden como la fracción del alimento que es soluble en un disolvente orgánico. El material extraído contiene diferentes tipos de sustancias, y la variedad de éstas depende del disolvente utilizado. Los métodos más comúnmente usados para la extracción y cuantificación de grasas de los alimentos consisten en la extracción directa con uno o varios disolventes, utilizando un equipo de extracción. Otros métodos para su determinación, consisten en la extracción por solubilización, existen algunos métodos volumétricos y métodos físicos.

#### *Método de extracción directo con un disolvente (Método de Soxhlet)*

También llamado determinación de lípidos crudos, grasa neutra o extracto etéreo; en este método, las grasas de la muestra son extraídas con disolventes como éter etílico o otros disolventes orgánicos, en un equipo Soxhlet de extracción intermitente; posteriormente se evalúa como porcentaje del peso después de evaporar el disolvente. Se debe tomar en cuenta que los valores obtenidos en esta determinación dependen en gran medida del método utilizado, por lo que para obtener resultados reproducibles, es importante seguir cuidadosamente el procedimiento indicado.

#### Material y equipo

- Sistema extractor Soxhlet
- Balanza analítica
- Cartucho de celulosa
- Estufa de conveccion forzada



- Solvente: Hexano. (P.E. 69°C)

### Procedimiento

- Homogeneizar las muestras y secarlas.
- Secado de los balones a 105°C durante 2 horas., pesado de los mismos P1
- Pesar alrededor de 2g (P2) de muestra triturada sobre un papel, enrollarlo y colocarlo en un cartucho de celulosa, tapar con un algodón (No apretar el algodón contra la muestra) y colocar el cartucho en el extractor.
- Conectar el matraz al extractor, en el que se debe encontrar el cartucho con la muestra, y posteriormente conectar éste al refrigerante(figura 1).
- Agregar 100 ml de hexano y calentar el matraz a ebullición suave.
- Hacer circular el agua por el refrigerante y calentar hasta que se obtenga una frecuencia de unas 2 gotas por segundo (del solvente condensado).
- Efectuar la extracción durante 4 a 5 horas. Suspender el calentamiento, quitar el extractor del matraz y dejar caer una gota de éter del extractor a un papel o vidrio de reloj, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa, ajustar el Soxhlet de nuevo al matraz y continuar la extracción.
- Una vez extraída toda la grasa, quitar el cartucho con la muestra desengrasada, seguir calentando hasta la casi total eliminación del disolvente, recuperándolo antes de que se descargue.
- Evaporar suavemente todo el hexano. Quitar el matraz y secar el extracto en la estufa a 100°C por 30 min., enfriar y pesar. P3

En la siguiente figura se puede observar el equipo utilizado para la determinación de lípidos mediante el método de Soxhlet.

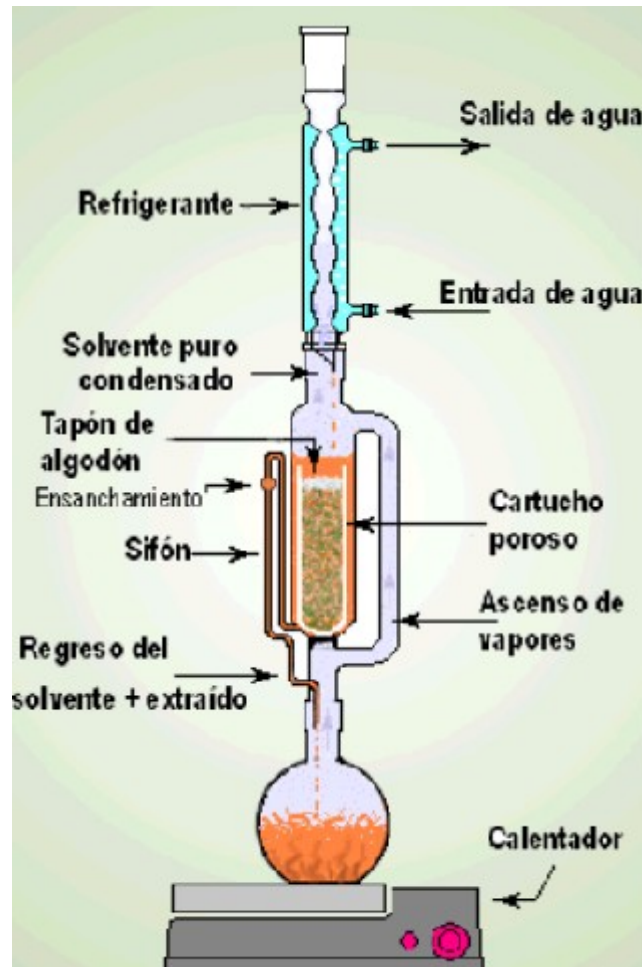


Figura 4: Extracción con Soxhlet

A continuación se muestran los datos tomados para la determinación de los lípidos.

Datos extracción de grasa	Peso en gramos	
	Balón 1	Balón 2
P1. Peso del balón vacío	118,7674	94,1432
P2. Peso de la muestra	2,0640	2,0357
P3. Peso del balón + grasa	118,9237	94,2995

Tabla 4 Datos de la extracción de grasa

Para calcular el porcentaje de grasa cruda, correspondiente a los lípidos, mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ GRASA CRUDA} = (P3 - P1) / P2 \cdot 100$$

$$\text{Balón 1 } (118,9237 - 118,7674) / 2,0640 \cdot 100 = 7,57$$

$$\text{Balón 2 } (94,2995 - 94,1432) / 2,0357 \cdot 100 = 7,68$$

Promedio = 7,63 % de grasas en materia seca.

En materia húmeda:  $100 \times 7,63 / 51,29 = 14,87\%$  de grasas

### 3.2.2.3 Determinación de proteínas

En muchas partes este análisis es conocido como el de determinación de proteína cruda, debido a que por convención, el porcentaje de nitrógeno determinado en el análisis se multiplica por el factor 6.25 para obtener el porcentaje de proteína cruda. Este factor está relacionado con el hecho de que la proteína, en términos generales, contiene un 16% de nitrógeno, por lo que el factor se obtiene de la relación 100/16. Este factor varía según el alimento a analizar, pero para la carne se utiliza el 6.25

#### *Método Kjeldhal*

Debido al control de reactivos como el ácido sulfúrico, este análisis fue realizado por un técnico de la universidad, por lo que se muestra la explicación del método empleado, y el resultado final, no así los cálculos intermedios.

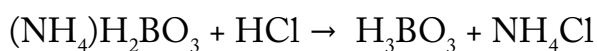
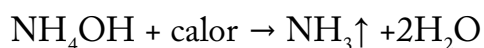
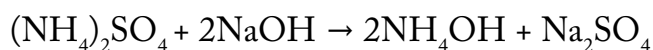
En el procedimiento conocido como Método Kjeldhal, todo el nitrógeno

presente en la muestra, exceptuando los nitratos y nitritos, se convierten en amonio que a su vez es liberado del medio de reacción en forma gaseosa y atrapado con un ácido débil para su titulación.

El método de análisis para la determinación del nitrógeno involucra básicamente tres pasos. El primero implica la **digestión** de la muestra donde el nitrógeno de la materia orgánica se descompone por la acción de una solución concentrada de ácido. Esto se logra por el calentamiento de la muestra en ácido sulfúrico, obteniéndose una solución de sulfato de amonio.

En el segundo paso ocurre la **destilación** donde al agregar un exceso de una base, el amonio iónico se convierte en amonio gaseoso el cual se libera del medio por ebullición y el gas se condensa y atrapa en una solución con un ácido débil.

Finalmente, el tercer paso implica la **titulación** donde se cuantifica la cantidad de amonio presente en la solución resultante. En el caso de la titulación esta la determinación directa y la indirecta, en esta última se utiliza, por lo general, ácido bórico. La serie de reacciones que toman lugar durante la determinación de nitrógeno en los alimentos son:



El equipo diseñado para este análisis ha variado en los últimos años, no obstante el método convencional utiliza los balones tipo Kjeldhal, hornillas para calentar durante la digestión y destilación, el sistema de condensación y recolección de amonio y los erlenmeyer, llevándose a cabo el proceso de digestión y destilación bajo una cámara de gases. A continuación se muestra el equipo utilizado para la determinación de proteínas mediante el método Kjeldhal.

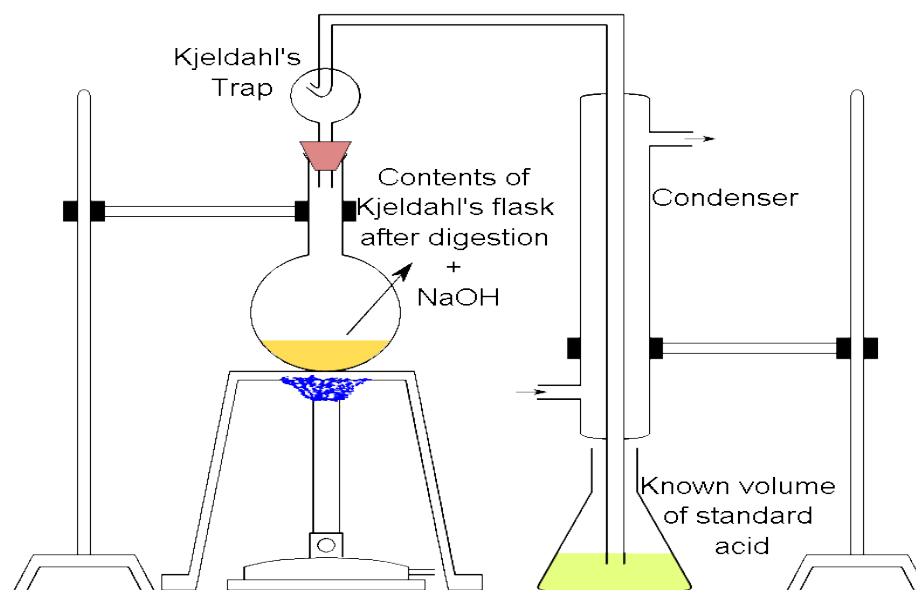


Figura 5: Método Kjeldhal

Resultado: 24,24% de proteínas.

### 3.2.2.4 Determinación de cenizas

Los minerales que están presentes en los alimentos, de muy diversas formas, constituyen la materia denominada inorgánica, la cual se obtiene como residuo de la incineración del material o cenizas. Dado que la cantidad de cenizas formará parte del total de la materia seca, una alteración en su porcentaje afectará la composición estimada de los demás nutrientes que conforman el alimento.

El procedimiento para determinar las cenizas requiere que el material se incinere a temperaturas entre los 500 y 600 °C, temperatura a la cual algunos minerales se volatilizan, tales como el yodo y el selenio.

Porcentaje de cenizas: 7,99%

### 3.2.2.5 Extracto libre de nitrógeno

Se calcula restando los otros componentes al 100%

Resultado: Porcentaje ELN : 1,03%

### 3.2.3 Análisis microbiológico

Para los análisis necesarios para este producto se han tomado los mismos que requiere el jamón cocido y fiambre de jamón, existiendo para ellos Norma Microbiológica (Resolución de 26 de diciembre de 1983; B.O.E. 3-1-84).

Esta norma requiere:

- Investigación y recuento de *Enterobacteriaceae* lactosa-positivas (coliformes)
- Investigación de *Salmonella-Shigella*
- Investigación y recuento de *Clostridium* sulfito-reductores
- Investigación y recuento de *St. Aureus*

Siendo los limites:

- Coliformes totales :  $1 \times 10^2$
- *Salmonella-Shigella*: ausencia 25 gramos
- Sulfito-reductores anaerobios esporulados  $1 \times 10^2$
- *St. Aureus* enterotoxigénico  $1 \times 10^2$

El análisis microbiológico fue realizado por técnicos de la UNP, obteniendo los siguientes resultados. No fue posible el análisis de *Clostridium* sulfato reductores por no tener los medios de cultivo necesarios en la UNP.

### 3.2.3.1 Investigación y recuento de coliformes.

#### *Material*

- Tubos de ensayo de 16 x 160 mm
- Gradillas
- Pipetas estériles de 10 y 1 ml.
- Estufa de cultivo.

#### *Medio de cultivo*

Caldo lactosado biliado verde brillante ( Brilliant Green Bile Lactose: BGBL)

Composición:

Peptona	10 g
Lactosa	10 g
Bilis de buey	20 g
Verde brillante	0,0133 g
Agua destilada	1.000 ml

Disolver. Ajustar el pH a 7,4. Distribuir en tubos de ensayo con campana Durham a razón de 10ml. Esterilizar en autoclave a 121°C durante 20 minutos,

#### *Técnica*

Se preparan en una gradilla tres series de tres tubos cada una, Cada tubo

contendrá 10ml de BGBL.

En cada uno de los tubos de la primera serie, se vierte 1ml de la dilución de la muestra al 1:10.

En cada uno de los tubos de la segunda serie, se vierte 1ml de la dilución de la muestra al 1:100.

En cada uno de los tubos de la tercera serie, se vierte 1ml de la dilución de la muestra al 1:1000.

Incubar las tres series a 31°C haciendo lecturas a las 24 y 48 horas.

La reacción es positiva cuando se produce desprendimiento de gas en la campana Durham, por lo menos en 1/10 parte de su volumen, como consecuencia de la fermentación de la lactosa con formación de ácido y gas en presencia de sales biliares a una temperatura comprendida entre 30-37°C.

Con el numero de tubos positivos en cada serie, se recurre a la Tabla del Número Más Probable (NMP), donde se obtendrá el recuento por gramo o mililitro de muestra. (Pascual, 2000)

Tres tubos 1 ml 1:10	Tres tubos 1 ml 1:100	Tres tubos 1 ml 1:1000	NMP de gérmenes por g o ml
0	0	0	<3
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	1
1	2	0	1
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20



2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	480
3	3	2	1100
3	3	3	>2400

Tabla 3 NMP Coliformes

### 3.2.3.2 Investigación de Salmonella y Shigella

#### *Material*

- Matraces Erlenmeyer.
- Pipetas esteriles de 10 y 1 ml.
- Gradillas
- Tubos de ensayo 16 x 160 mm.
- Asa de cultivo
- Placas de petri de 90 mm.
- Estufa de cultivo.
- Baño María.

#### *Medios de cultivo*

#### Caldo Casoy

Peptona de caseína	17 g
Peptona de harina de soja	3 g
D - glucosa	2,5 g
NaCl	5 g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2,5 g
Agua destilada	1000 ml

Disolver por calentamiento y agitación hasta ebullición. Ajustar pH a 7,3

#### Rappaport–Vassiliadis-peptona de soja (RVS)

Composición:

Solución A:		Solución B:		Solución C:	
Triptona	5 g	Cloruro Magnesico	400g	Oxalato verde malaquita	0,4 g
Cloruro sódico	8g	Agua destilada	1000 ml	Agua destilada	1000ml
Fosfato potásico	1,6 g				
Agua destilada	1000ml				

Las soluciones b y c son estables durante 6 meses a temperatura ambiente y frasco tapado. Mientras que la solución a se prepara en el momento a utilizar, a 70g.

El medio completo tiene 1000ml de solución A, 100ml de solución B y 10ml de solución C. Una vez mezcladas se ajusta el pH a 5,2 . Se esterilizan en autoclave a 115°C durante 15 min. Se conserva en refrigeración 1 mes.

#### Medio XLD

Composición:

Extrato de levadura 3g

Xilosa	3,75 g
L-Lisina	5 g
Desoxicolato sódico	2,5 g
Lactosa	7,5 g
Sacarosa	7,5 g
Cloruro sódico	5 g
Tiosulfato sódico	6,8 g
Citrato férrico amoniacal	0,8 g
Rojo fenol	0,08 g
Agar	15 g
Agua destilada	1.000 ml

Disolver por calentamiento y agitación hasta ebullición. Ajustar pH a 7,4.

### *Técnica*

Dentro de la sistematica para el aislamiento e identificación de ambos generos bacterianos, se utilizan varias etapas:

- Preenriquecimiento en medio liquido no selectivo.
- Enriquecimiento en medio liquido selectivo.
- Aislamiento diferencial e medio sólido selectivo

#### Preenriquecimiento en medio liquido no selectivo

En este paso se logra la revivificación de bacterias lesionadas, se incrementa su vitalidad y se adquieren las condiciones fisiologicas adecuadas para su perfecto desarrollo.

Para ello, se utiliza el Caldo casoy. Se pesan asepticamente y en envase esteril 25

g del producto. Se añaden 225ml de caldo Casoy para obtener una solución al 1:10. Se mezcla bien y se incuba a 37°C durante 20 horas.

#### Enriquecimiento en medio selectivo.

En esta etapa se estimula y favorece el crecimiento de la bacteria y se restringe la proliferación de la flora competitiva.

Se agita el cultivo de preenriquecimiento y se siembra, con pipeta esteril, 0,1 ml de cultivo sobre 10 ml de caldo Rappaport- Vassialidis peptona de soja, incubando a 42°C durante 18 a 24 horas.

En el medio selectivo RVS, el verde malaquita inhibe el crecimiento de la flora competitiva.

#### Aislamiento diferencial en medio sólido selectivo

En esta etapa se restringe aún más el crecimiento de la flora competitiva. Por otra parte, la composición del medio, permite un aspecto característico de las colonias.

A partir del cultivo del medio de enriquecimiento, se siembra por duplicado y sin recargar el asa de siembra sobre Agar-xilosa-lisina-desoxicolato (XLD)

Las colonias de Salmonella crecidas sobre agar XLD son rojas con centros negros debido a un cambio de pH por fermentación de la xilosa y descarboxilación de la lisina. Los centros negros se deben a la producción de SH<sub>2</sub>. A veces no se forman centros negros o las colonias son negras casi por completo.

Las colonias de Shigella crecidas sobre agar XLD son transparentes y del mismo color que el medio de cultivo. Este género Bacteriano, al no fermentar la xilosa, la

lactosa ni la sacarosa, no da lugar a que vire a amarillo el rojo fenol. Como tampoco descarboxila la lisina, no se produce rojo purpura alrededor de las colonias, al no haberse producido cadaverina. (Pascual, 1992)

### 3.2.3.3 Investigación y recuento de St. Aureus.

#### Material.

- Matraces Erlenmeyer.
- Pipetas estériles de 10 y 1 ml.
- Gradillas
- Tubos de ensayo 16 x 160 mm.
- Asa de cultivo
- Placas de petri de 90 mm.
- Estufa de cultivo.
- Baño María.
- Stomacher

#### *Medios.*

##### Baird-parker

##### Composición:

Triptona	10 g
Extracto de carne	5 g
Extracto de levadura	1 g
Piruvato sódico	10 g
Glicina	12 g
Cloruro de litio	5 g
Agar	20 g

Agua destilada	1000 ml
----------------	---------

Disolver por calentamiento y agitación. Ajustar el pH a 6,9. Esterilizar en autoclave a 121°C durante 20 minutos.

Agua de triptona

Composición

Tryptona	10 g
----------	------

Cloruro sódico	5 g
----------------	-----

Agua destilada	1000 ml
----------------	---------

### *Técnica*

A partir de una serie de diluciones decimales se siembra por duplicado 0,1 ml de cada dilución sobre superficie bien seca de agar Baird-Parker. Se disemina con asa de vidrio esteril, Se incuba en estufa a 37°C durante 48 horas.

Se selecciona para el recuento placas que contengan entre 20 y 200 colonias. Una vez contadas estas colonias en las placas elegidas, la cifra obtenida se multiplica por el factor de dilución de la placa, lo que da como resultado el recuento total de *St. Aureus* en 0,1 gramos del producto analizado. Esta cifra, multiplicada por 10, expresa el recuento total de *St. aureus* por gramo.

Serie de diluciones decimales.

La preparación de diluciones decimales a partir de la muestra tiene por objeto efectuar diluciones progresivas de dicha muestra, para poder realizar los recuentos con mayor precisión.

Se pesa, asepticamente , una porción representativa de la muestra analítica. La ciga de pesada obtenida se multiplica por 9 y el resultado dara el volumen en litros del diluyente (Agua de triptona). Esta mezcla una vez triturada y homogeneiza (stomacher) , constituye la suspensión madre, y es la primera dilución de la serie (1:10)

De esta dilución se pasa 1 1ml a 9 ml de agua de triptona, siendo esta nueva dilución 1:100. Se repite la operación hasta obtener una dilución 1:1000.

#### 3.2.3.4 Medios de cultivo y técnica

Para la determinación de los coliformes totales: Caldo lactosado y caldo Brilla, mediante la técnica del numero mas probable en tres series de tres tubos cada una.

En el caso de la *salmonella* se hizo un pre-enriquecimiento en caldo Casoy, un enriquecimiento en caldo Rapaport, y la siembra en agar SS.

En el caso de *shigella* pre-enriquecimiento en caldo Casoy, un enriquecimiento en caldo Rapaport, y la siembra en Agar XLD

Para *Staphylococcus aureus* se realizo siembra en Agar Baird-Parker.

Por último, para la determinación de *Listeria monocitogenes*, se realizó la siembra en agar selectivo para *Listeria* Oxford suplementado.

#### 3.2.4 Actividad de agua

La determinación de la actividad de agua se realizo mediante el Termohigrometro MS-1-E de la marca Novasina.

Previamente a la introducción de la muestra para esta determinación, se procedió a la calibración del aparato mediante sales a 0,53 y trabajando en un intervalo de temperaturas entre 18 y 23°C. Para la preparación de la muestra, se utilizaron unas pequeñas capsulas diseñadas específicamente para este equipo, en las cuales se introdujo la muestra triturada extendiéndola por toda la base de la capsula (aproximadamente 1 milímetro de espesor). Una vez hecho esto, se introdujo la capsula en el equipo, obteniéndose el valor de  $a_w$  mediante lectura directa en la pantalla.

Muestra 1: 0,718

Muestra 2: 0,718

Muestra 3: 0,713

Muestra 4: 0,714

Promedio: 0,716 de  $a_w$



## 4 Resultados y discusión

### 4.1 Caracterización de la producción y elaboración

#### 4.1.1 Materia prima

La materia prima es el jamón propiamente dicho, sal y madera para producir el ahumado.

El jamón propiamente dicho se obtiene en el mercado. Es importante no comprar el jamón a productores sin confianza, pues no tiene certificada la calidad higiénica. Comprar en el mercado implica que ha sido sacrificado en el matadero de la ciudad y a tenido el correspondiente análisis.

La sal es sal de mesa, por lo que es totalmente segura.

#### 4.1.2 Métodos de elaboración

Para elaborar los jamones, se utilizan tanto pierna como el brazo de los cerdos. Las piezas varían de 4,5 a 12 kilos generalmente, y el precio coincide sea los miembros posteriores o anteriores, en torno a los 12 soles el kilo.

Existen principalmente dos métodos de elaboración.

El mas común de ellos consiste en retirar piel y grasa de las piezas y mediante incisiones de 4 centímetros, a lo largo de la carnes -unas 5 o 6, dependiendo del tamaño- donde se introduce la sal . Varias productoras de gran fama, explican que es importante que las incisiones lleguen hasta el hueso, para asegurar que la carne no se pierda.

Generalmente 4 a 5 kilogramos de sal por pieza, aunque algunas productoras, llegan a utilizar tan solo 2 kilogramos. Se sala durante 8 días, en los cuales se hace un cambio de sal. Al aplicarla, la sal se frota a su vez contra la superficie de la pieza fuertemente, tratando que se impregne lo mejor posible.

Tras retirar la sal sobrante, el jamón se prensa durante otros 5 días, siguiendo su salado con la sal que tiene en el interior. No habiendo una prensa específica para este trabajo, se realiza poniendo las piezas en un balde o mesa, recubriéndolas con piedras de diversos tamaños, que desempeñan el papel de prensa, ejerciendo presión.

Por fin se ahúma durante 15 a 30 días. Esto suele hacerse en las antiguas cocinas domesticas, acondicionadas con listones de madera con ganchos a una altura uniforme de 1,5 metros, aunque esta puede variar. A menudo, el mismo fuego se utiliza para cocinar. Se ahúman un promedio de 7 horas/día.

La leña mencionada por todas las productoras es el faique -*Mirciantus Sp.*-, aunque también mencionan el cucharillo blanco -*Solarea Pubecens*-

El fin del ahumado se produce mediante un análisis visual de la pieza, que debe adquirir un color negruzco.

Una vez finaliza el proceso de ahumado se retiran las piezas del humo y se cuelgan hasta su venta.

En al siguiente figura se puede observar una cocina típica de ahumado, utilizada tambien para cocinar, con jamones en diferentes estados de ahumado.

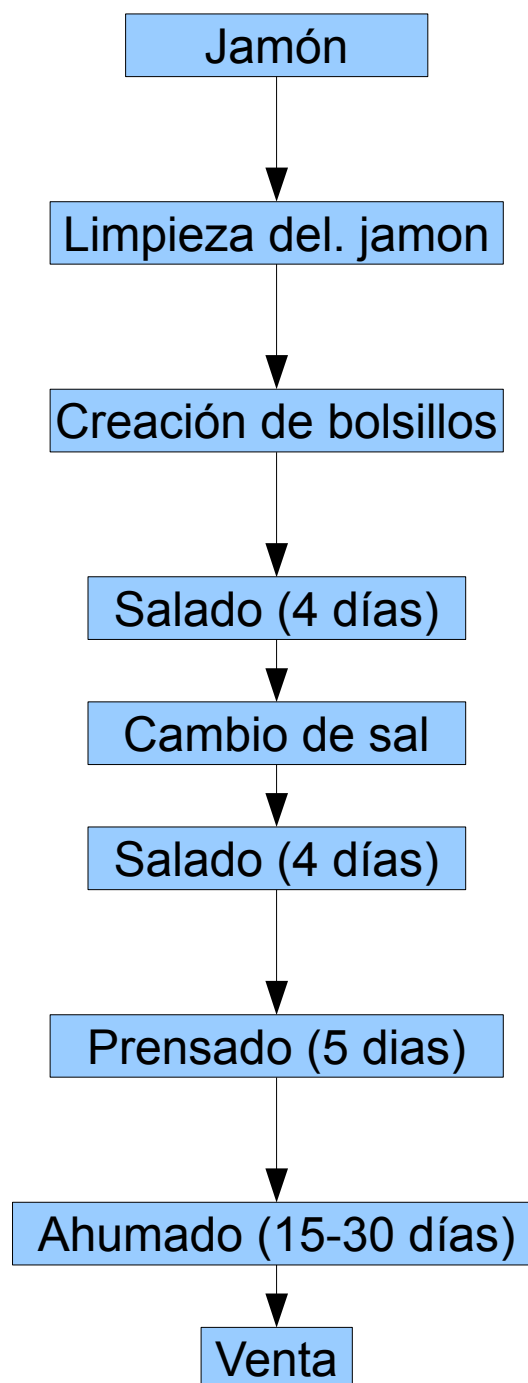


*Figura 6: Ahumado de los jamones*

El segundo método, es idéntico al primero, excepto que no produce bolsillos en la pieza de carne. El resultado es de mejor calidad visual, así que uno se pregunta si el hecho de salar la carne mediante bolsillos no se debe a la tradición en vez de asegurar la seguridad alimentaria de la carne. El hecho de hacer incisiones en la carne , produce en ella una mayor absorción de la sal, pero a su vez, aumenta la carne expuesta al exterior.

El producto pierde en el proceso un 35% de pérdida de peso.

A continuación se muestra el diagrama de flujo.



*Figura 7: DIAGRAMA DE FLUJO*

#### 4.1.3 Consumo

Para consumir el jamón existen diferentes formas. Debido al intenso sabor salado, es costumbre cocer la carne. Se puede asar el jamón junto aderezos, pero para ello también es necesario mantenerlo en agua previo su asado.

Así pues no es un producto que se consuma en crudo. Ello aumenta su seguridad higiénica, pues reduce , la fauna bacteriana que pudiera tener.

#### 4.1.4 Productoras de jamón

Las productoras de jamón son generalmente mujeres casadas en edades comprendidas entre los 40 y los 60 años. Su grado de instrucción varía enormemente desde estudios primarios a una instrucción superior. La mayoría de ellas utiliza la producción de jamón como un ingreso suplementario, no siendo esta su principal ocupación. Son generalmente trabajadoras del hogar, exceptuando un pequeño porcentaje que tienen trabajos remunerados en como profesoras o comerciantes. Llama la atención que no se dediques al sector cárnico.

Son generalmente desconfiadas a los extraños. A ese se debe la poca cantidad de encuestas escritas, ya que si bien respondían a la mayoría de preguntas, si bien con cierta reticencia, pocas estaban dispuestas a realizar la encuesta. El hecho de realizarlas gente del primer mundo, aumentaba la reticencia de estas, debido seguramente a las malas prácticas de anteriores personas occidentales, o sin más, el rechazo a los desconocidos propio de culturas rurales en entornos aislados. Se ha visto la necesidad de contar con contactos en el propio pueblo para conseguir cierto grado de confianza, que asegure la sinceridad requerida en sus respuestas, para la correcta realización del estudio.

#### 4.1.5 Zonas de influencia y comercialización

El total de la comercialización es llevado sin intermediarios. Generalmente, los compradores llegan directamente a sus casas, sean oriundos de Ayabaca, o gente que ha oído hablar del jamón y en ocasiones puntuales llega a la ciudad. Algunas de ellas tienen una cartera de clientes a las que llegan a enviar jamones por correo.

Se puede consumir el producto en ciertos cafés y restaurantes de Ayabaca, que son o propiedades de productoras, o lo compran a ellas.

La zona de influencia es así pues, pequeña, centrada en Ayabaca. En el resto del país lo consumen gente que lo ha conocido por ser oriundo o descendiente de gente cercana a la provincia, que lo compran directamente a ellas.

La producción de jamón es bastante diferente entre productoras, que va desde las 40 piezas mensuales hasta las 8. La venta de los jamones suele ser bastante rápida una vez lograda la producción. No se ven en problemas para lograr comercializarlo todo, y ninguna de ellas ha mencionado problemas de stock no vendido.

A todas ellas se les ha mencionado la posibilidad de agruparse. Pese a que muchas han dado una respuesta positiva, esta ha sido titubeante, y tras hablar más en profundidad sobre el tema, da la impresión de que realmente no lo quieren, mencionando que existen diferentes formas de producirlo, de venderlo, **aún** cuando los datos demuestran lo contrario. Se observa una desconfianza hacia el resto de productoras, bien porque no tienen interés en desarrollar la producción hacia una vía más “industrializada”, o bien porque no realmente no quieren compartir ganancias y pérdidas por medio a que se aprovechen de ellas.

Sin embargo, se ha visto que este es el primer paso para su desarrollo. Si se ha de desarrollar la producción de este producto, necesariamente deben agruparse, algo que se ha visto en los productores de porcinos, así que es plausible.

Al agruparse, podrían mejorar el precio al que compran la mayoría de materias

primas, y principalmente la carne de cerdo. Ni siquiera tendrían que ponerse de acuerdo con el precio de venta, ya que este está igualado debido a la competencia. Incluso podrían subirlo, y aumentar la producción.

#### 4.1.6 Costos de producción y precio del producto

Los costos de producción son básicamente la pierna o brazo del cerdo, la sal, y la madera.

El precio del jamón fresco ronda los 11 soles el ka, de producto, y pesan de 7 a 12 ka. La sal se vende en cantidades de 24 ka por 7,5 soles. La madera suele comprarse por cargas que valen 10 soles, las cuales duran para una tanda de jamones.

El precio de venta del jamón es de 20 soles el ka, el cual tiene una pérdida de peso tras el proceso de un 35%

Para el calculo de costo se ha tenido en cuenta el siguiente escenario, representativo de casi todas las productoras, así como un jamón promedio de los producidos:

- 9 Ka de peso inicial
- 3kg de sal
- Una carga de madera por 8 jamones,
- Un peso final de 6,3 Ka.

El costo es de 18,33 soles por ka de jamón elaborado. La venta es de 20 soles. Una tanda de 8 jamones produce 120 soles.



## 4.2 Caracterización del jamón de Ayabaca

### 4.2.1 Calidad nutricional

Los resultados del análisis proximal fueron los mostrados en la siguiente tabla.

MATERIA SECA	51,29%
PROTEINAS	24,24%
GRASAS	14,87%
CENIZA	7,99%
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO	1,03%

Tabla 5 . Análisis proximal.

Se supone esta gran cantidad de ceniza se debe principalmente a la gran cantidad de sal absorbida por el alimento. La composición del cuerpo vacío de un macho entero contiene alrededor de un 3% de cenizas (Whittemore, 1993)

El jamón ayabaquino como carne es una importante fuente de proteínas. Siendo Ayabaca una zona deprimida económicamente, es especialmente necesario el consumo de carnes , para evitar enfermedades por deficiencia de proteínas.

Siendo una parte muy importante de la dieta en Perú el arroz. Observamos que el patrón de la FAO-OMS indica que con su consumo no se obtienen ni lisina ni treonina, estando ambos compuestos en la carne . Un consumo de 1g /Peso de la persona y día se considera lo recomendable. Con lo que teniendo la carne del jamón ayabaquino un 24% de proteínas se convierte en una fuente importante de ellas.



Respecto a las grasas, el ganado porcino tiene en torno a un 67 % de grasas insaturadas, que deben de tomarse en menor cantidad que las saturadas, pues estas segundas son mas saludables (Campillo, 2001)

El hecho de la extracción de la mayor parte de la grasa del jamón por las productoras, hace que su porcentaje de grasa sea inferior a otros productos conservados de carne de cerdo, como pueden ser el beicon y el jamón serrano. Este se debe al mayor porcentaje de grasa en la piel del animal (Concenllon, 1991)

El alto contenido en sal, hace que sea un alimento perjudicial para personas hipertensas. Se debe desindicar su ingesta en dietas bajas en sodio.

Los componentes del humo siguen sin conocerse exactamente, pero se sabe que contienen hidrocarburos policíclicos aromáticos, de los cuales se conoce un efecto cancerígeno. Pese a ello, no existen indicios ni estudios sobre la incidencia de este jamón en la mayor presencia de cáncer en la región. (JAY, 1994)

#### 4.2.2 Calidad microbiológica

Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico fueron los siguientes

Se realizo el análisis de dos muestras diferentes, tomadas del interior del jamón.

Determinación	Resultados, muestra 1	Resultados, muestra 2
Coliformes totales	$4.3 \times 10^2/100\text{ml}$	$<3 \times 10^2/100\text{ml}$
Determinación <i>Salmonella sp</i> (25g)	Ausencia	Ausencia
Determinación <i>Shigella sp</i> (25g)	Ausencia	Ausencia
Determinación <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<100	<100

Tabla 5, análisis microbiológico

Para la legislativa europea, los limites admisibles son los siguientes:

- Coliformes totales :  $1 \times 10^2$  UFC/g
- *Salmonella-Shigella*: ausencia 25 gramos
- *Clostridium* Sulfito-reductores anaerobios esporulados  $1 \times 10^2$  UFC/g
- St. Aureus enterotoxigénico  $1 \times 10^2$  UFC/g

Se verifica que los datos obtenidos son en todo caso inferiores a los obtenidos., exceptuando el caso de los clostridios. No se pudo realizar el análisis en la UNP debido a falta de medios.

Exceptuando este dato, el jamón analizado suple el mínimo sanitario. Además, el hecho de que sea un producto no destinado a comer en crudo, sino tras una cocción o asado, se puede comer con total seguridad.

#### 4.3 Fortalezas y debilidades

Fortalezas	Debilidades
Consumo en el propio sitio, estabilidad de consumidores. Sabor reconocido. Relevancia generacional de su producción.	Producción pequeña. Cantidad variable de jamón producido por los porcinocultores Comercialización “manual”. Falta de análisis microbiológicos como método de prevención.
Oportunidades	Amenazas
Creación de agrupaciones para disminuir costes y favorecer la comercialización. Creación de una denominación de origen o similares, con un consejo regulador.	Creación de leyes sanitarias que aumenten los costes debido a la homologación o cumplimiento de normas.

## 5 Conclusión

Se trata el jamón pues de un producto apto para el consumo, con una calidad microbiológica aceptable, dado el método de conservación atípico que tiene. Es un producto cárnico y como tal fuente de proteínas, con su importancia en una zona deprimida económicamente.

Las productoras de jamón tienen el sistema muy estandarizado y consiguen darle el uso que se proponían, que no es mas que un ingreso adicional para la economía familiar, a la vez que sustentas la cría de cerdos en la ciudad.

La mejora de su situación debería partir de una reducción del precio del jamón en crudo, siendo este el mayor costo de insumos. Para ello se debiera hacer un estudio de la producción porcícola de la región, aunque todo hace sospechar que lo mas importante para la supervivencia y quizás mejoramiento de la producción de jamones parte en base de la necesidad de mejores comunicaciones con la parte baja del departamento, y su capital.

## 6 Bibliografía

- AMO VISIER, A. 1986, Industria de la carne, Salazones - chacineria. Ed. Aedos
- ANA 2011 Ministerio de agricultura: Autoridad nacional del agua: Variables del clima.
- BENITEZ ORTIZ, W. y SANCHEZ M.D., Los cerdos locales en los sistemas tradicionale, FAO
- BUXADÉ C. et al., 1996, Zootecnia, Bases de producción animal, Tomo IV Porcinocultura intensiva y extensiva.
- CAMPILLO ALVAREZ, J.E. Enciclopedia de la carne, Ed. Martin & Macias.
- CARRERO GONZALEZ, H., 1998, Manual de producción porcina. SENA – CLEM, Tulua
- CASTAÑO ROSADO, J.R. 2001, Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos, Ed. Martin & Macias
- CAVA LÓPEZ, R. y ANDRÉS NIETO A.I., 2001, Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos, Ed. Martin & Macias
- COMA J. y PIQUER J. ,1999, Calidad de carne en porcino: Efecto de la nutrición, FEDNA 99 p197-222
- CONCENLLON MARTINEZ, ANTONIO, 1991. Tradado de porcinocultura, Ed. Aedos
- DGPA-MINAG, Dirección General de Promoción Agraria - Ministerio de agricultura,
- FUENTES, A.. (2003). El cerdo criollo como potencial alimenticio y económico.Revista digital Cen iap hoy 3, 55-74.
- De GRACIA, M. 2011, Guía para el Análisis Bromatológico de Muestras de Forrajes, Facultad de Ciencias Agropecuarias . Universidad de Panamá .
- HUSTON, J. y L. MICHILLOT (2003). Ayabaca, piura, Perú: Análisis de patrones migratorios y del uso del suelo. Geotropico Online 1, p77-86.
- INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú
- ITP - INSTITUT TECHNIQUE DU PORC, 1997, Manual del porcicultor,

Ed. Acribia

JAY, JAMES M. 1994 , Microbiología moderna de los alimentos, 3ªed. Editorial Acribia SA

JACOBS, L. 1962 Parasites in food. En Chemical and Biological Hazards in Food, de J.C. Ayres et al., 248-266. Ames Iowa State University Press.

PASCUAL ANDERSON, M<sup>a</sup> del ROSARIO, 1992 Microbiología alimentaria, Metodología alimentaria para alimentos y bebidas. Diaz de Santos SA

PATÍÑO, VM. (1.970) Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial, tomo IV Imprenta departamental, Cali

SCOTT, W.J. 1957. Water relations of food spoilage microorganisms. *Adv. Food Res.* 1:83-127

VALDES et Al. 2005) Fortaleciendo los sistemas locales para la producción avícola y porcina a pequeña escala. *Leisa* 21, 23-25.

VARNAM A.H. y SHUTERLAND J.P. 1997, Carne y productos cárnicos, WHITTEMORE C., 1996, Ciencia y práctica de la producción porcina, Ed. Acribia

## 7 Anejo

A continuación se adjunta una copia de las encuestas realizadas.



### III. MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL JAMÓN

- 3.1. ¿Cuántos días sala el jamón? 8 días.
- 3.2. ¿Lo prensa?: Si ( X ), No (   )  
¿Cuántos días? \_\_\_\_\_.
- 3.3. ¿Dónde ahúma el jamón?: Cocina.  
¿Cuántos días?: 30 días.
- 3.4. ¿A qué altura de la cocina cuelga el jamón? 2 metros.
- 3.5. ¿Cuánto tiempo puede durar el jamón en buen estado de conservación? No precisa.

### IV. COMERCIALIZACIÓN

- 4.1. ¿A quiénes vende el jamón?:  
Consumidor directo de Ayabaca ( X ), Intermediario (   ), Consumidor foráneo (   ).
- 4.2. Lo vende: Por kilo: (   ), ¿A qué precio? \_\_\_\_\_.  
Por pieza ( X ), ¿A qué precio? \_\_\_\_\_.
- 4.3. ¿Cuánto tiempo demora en vender toda su producción? días, jalkoak..
- 4.4. ¿Cuántos jamones prepara? \_\_\_\_\_.  
Semanalmente: 10 piezas  
Quincenalmente: \_\_\_\_\_  
Mensualmente: \_\_\_\_\_.
- 4.5. ¿Cuáles son los meses en que tiene mayor producción? Epoca de lluvias, menos
- 4.6. ¿Estaría dispuesta a agruparse con otras productoras de jamón para mejorar el precio del producto?: Si (   ), No (   ). No da una respuesta precisa.





### III. MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL JAMÓN

- 3.1. ¿Cuántos días sala el jamón? 5 días, cambio, 7,8 días total.
- 3.2. ¿Lo prensa?: Si (☒) , No ( )  
¿Cuántos días? 5 días
- 3.3. ¿Dónde ahúma el jamón?: \_\_\_\_\_  
¿Cuántos días?: \_\_\_\_\_
- 3.4. ¿A qué altura de la cocina cuelga el jamón? \_\_\_\_\_
- 3.5. ¿Cuánto tiempo puede durar el jamón en buen estado de conservación? 6 meses.  
+ tras limpiar grasa baja alrededor de 1 Kg.

### IV. COMERCIALIZACIÓN

- 4.1. ¿A quiénes vende el jamón?:  
Consumidor directo de Ayabaca ( ), Intermediario ( ), Consumidor foráneo ( ).
- 4.2. Lo vende: Por kilo: (☒) , ¿A qué precio? 20 Soles el kilo.  
Por pieza ( ), ¿A qué precio? \_\_\_\_\_
- 4.3. ¿Cuánto tiempo demora en vender toda su producción? Días festivos 2-3 días, si no mas tiempo.
- 4.4. ¿Cuántos jamones prepara? \_\_\_\_\_  
Semanalmente: c/.  
Quincenalmente: \_\_\_\_\_  
Mensualmente: \_\_\_\_\_
- 4.5. ¿Cuáles son los meses en que tiene mayor producción? Octubre, navidad, Julio.
- 4.6. ¿Estaría dispuesta a agruparse con otras productoras de jamón para mejorar el precio del producto?: Si ( ), No ( ). Complicado. No da respuesta.



### III. MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL JAMÓN

- 3.1. ¿Cuántos días sala el jamón? 15 días cambio de sal cada día.
- 3.2. ¿Lo prensa?: Si (☒) , No ( )
- ¿Cuántos días? mientras se sale.
- 3.3. ¿Dónde ahúma el jamón?: A parte de la carne.
- ¿Cuántos días?: 15 días
- 3.4. ¿A qué altura de la cocina cuelga el jamón? 1 metro, 1,5 metros
- 3.5. ¿Cuánto tiempo puede durar el jamón en buen estado de conservación? \_\_\_\_\_.

### IV. COMERCIALIZACIÓN

- 4.1. ¿A quiénes vende el jamón?:
- Consumidor directo de Ayabaca (☒) , Intermediario ( ), Consumidor foráneo (☒) . *gente que viene de fuera*
- 4.2. Lo vende: Por kilo: ( ), ¿A qué precio? \_\_\_\_\_.
- Por pieza ( ), ¿A qué precio? \_\_\_\_\_.
- 4.3. ¿Cuánto tiempo demora en vender toda su producción? mes a mes.
- 4.4. ¿Cuántos jamones prepara? \_\_\_\_\_.
- Semanalmente: \_\_\_\_\_
- Quincenalmente: \_\_\_\_\_
- Mensualmente: 20
- 4.5. ¿Cuáles son los meses en que tiene mayor producción? Julio diciembre octubre.
- 4.6. ¿Estaría dispuesta a agruparse con otras productoras de jamón para mejorar el precio del producto?: Si (☒) , No ( ).



### III. MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL JAMÓN

- 3.1. ¿Cuántos días sala el jamón? 4-5.
- 3.2. ¿Lo prensa?: Si ( ☒ ), No ( ☐ )  
¿Cuántos días? 2 pieza pequeñas 4 pieza grandes
- 3.3. ¿Dónde ahúma el jamón?: cocina.  
¿Cuántos días?: 12-15 días.
- 3.4. ¿A qué altura de la cocina cuelga el jamón? 1+2,5 m.
- 3.5. ¿Cuánto tiempo puede durar el jamón en buen estado de conservación? \_\_\_\_\_.

### IV. COMERCIALIZACIÓN

- 4.1. ¿A quiénes vende el jamón?:  
Consumidor directo de Ayabaca ( ☒ ), Intermediario ( ☐ ), Consumidor foráneo ( ☒ ) Por correo
- 4.2. Lo vende: Por kilo: ( ☐ ), ¿A qué precio? \_\_\_\_\_.  
Por pieza ( ☒ ), ¿A qué precio? 10 soles x libra (20 soles el kilo)
- 4.3. ¿Cuánto tiempo demora en vender toda su producción? \_\_\_\_\_.
- 4.4. ¿Cuántos jamones prepara? \_\_\_\_\_.  
Semanalmente: \_\_\_\_\_  
Quincenalmente: \_\_\_\_\_  
Mensualmente: 4-8.
- 4.5. ¿Cuáles son los meses en que tiene mayor producción? Ninguno en concreto.
- 4.6. ¿Estaría dispuesta a agruparse con otras productoras de jamón para mejorar el precio del producto?: Si ( ☐ ), No ( ☒ ).



### III. MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL JAMÓN

- 3.1. ¿Cuántos días sala el jamón? 8 días. Cambia cada 2 días.
- 3.2. ¿Lo prensa?: Si (☒) , No ( )  
¿Cuántos días? 2 días.
- 3.3. ¿Dónde ahúma el jamón?: \_\_\_\_\_  
¿Cuántos días?: 8 o 15 días.
- 3.4. ¿A qué altura de la cocina cuelga el jamón? 1 metro.
- 3.5. ¿Cuánto tiempo puede durar el jamón en buen estado de conservación? 43 meses.

### IV. COMERCIALIZACIÓN

- 4.1. ¿A quiénes vende el jamón?:  
Consumidor directo de Ayabaca (☒) , Intermediario ( ) , Consumidor foráneo ( ).
- 4.2. Lo vende: Por kilo: ( ) , ¿A qué precio? ~~12.000~~ 12.000 el Soles la libra.  
Por pieza (☒) , ¿A qué precio? \_\_\_\_\_.
- 4.3. ¿Cuánto tiempo demora en vender toda su producción? 1 mes.
- 4.4. ¿Cuántos jamones prepara? \_\_\_\_\_  
Semanalmente: \_\_\_\_\_  
Quincenalmente: \_\_\_\_\_  
Mensualmente: 10.
- 4.5. ¿Cuáles son los meses en que tiene mayor producción? Verano. Menciona seca mejor.
- 4.6. ¿Estaría dispuesta a agruparse con otras productoras de jamón para mejorar el precio del producto?: Si (☒) , No ( ).